

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ ТА СИСТЕМ

"До захисту допущено"

В.о. завідувач кафедри

(підпис) Юлія ЯМНЕНКО (ініціали, прізвище)

" ____ " _____ 2020р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

з спеціальністю _____ 171 Електроніка _____
(код та назва напрямку підготовки або спеціальності)

спеціалізація _____ Електронні прилади та пристрої _____

на тему: Система альтернативного енергозабезпечення _____

Виконала: студентка _____ IV курсу, групи _____ ДЕ-62

Мірошник Катерина Вікторівна _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник доц., к.т.н. Кобак М.М. _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант Технічний розділ _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант
по нормоконтролю доц., к.т.н. Чадюк В. О. _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 року

[illegible]

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”**

Факультет електроніки

(повна назва)

Кафедра електронних пристроїв та систем

(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 171 Електроніка

(шифр і назва)

Спеціалізація Електронні прилади та пристрої

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ Юлія ЯМНЕНКО
(підпис) (ім'я ПРИЗВИЩЕ)

" _____ " _____ 2020 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ
Мірошник Катерині Вікторівні**

1. Тема проєкту «Система альтернативного енергозабезпечення»

Керівник проєкту доц., к.т.н. Микола КОБАК,

(посада, науковий ступень, вчене звання, ім'я ПРИЗВИЩЕ)

затверджені наказом по університету від «25» травня 2020 року № 1196-с

2. Термін подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту : розробити систему альтернативного енергозабезпечення не використовуючи сонячну та вітрову енергію

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити)

Огляд літератури та мережевих джерел, аналіз існуючих систем альтернативного енергозабезпечення. Розробка системи з урахуванням проаналізованих даних та побажань підприємства.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) презентація, доповідь до захисту, креслення структурної схеми, креслення електричної принципової схеми, креслення макетної плати

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Ім'я ПРІЗВИЩЕ, посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технічний			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Строки виконання етапів проєкту	Примітка
1	Пошук та аналіз літератури і мережевих джерел	19.04.2020	
2	Пошук та аналіз даних існуючих альтернативних джерел енергії	01.05.2020	
3	Дослідження принципу роботи Pavegen System	08.05.2020	
4	Розробка принципової схеми	18.05.2020	
5	Розробка електричної принципової схеми	02.06.2020	
6	Розробка друкованої плати	08.06.2020	
7	Проведення розрахунків	10.06.2020	
8	Оформлення пояснювальної записки, схеми, підготовка до доповіді	15.06.2020	

Студент _____
(підпис)

Катерина МІРОШНИК
(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту _____
(підпис)

Микола КОБАК
(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Робота присвячена розробці системи електрогенерації, яка використовує кінетичну енергію кроку людини. Розглянуто традиційні методи виробництва електроенергії з використанням теплових електростанцій, гідроелектростанцій та атомних електростанцій. Гідроелектростанції та атомні електростанції мають перевагу у виробничих потужностях. Основним недоліком теплової електростанції є забруднення атмосфери, атомна електростанція, ймовірно, має радіоактивне забруднення, а їх загальним недоліком є забруднення термальної води. ГЕС мають менші виробничі потужності, але екологічно кращі, ніж вищезазначені електростанції. Основною альтернативою цим станціям є електростанції, які використовують вітрову та сонячну енергію. Основна перевага вітроелектростанцій - це можливість цілодобової генерації електроенергії та можливість встановлення майже в будь-якому місці, де відбувається постійний рух повітря. Основними недоліками вітроелектростанцій є нестабільність виробництва електроенергії через нестабільність повітряного потоку та генерація інфразвуку під час роботи. Перевагою сонячних панелей є їх висока екологічність, можливість встановлення в будь-якому місці. Недоліком є необхідність великої площі для виробництва достатньої потужності та доцільності розташування у більш сонячних регіонах. Ці недоліки відсутні у тротуарної плитки Pavegen. Характерною особливістю цієї технології є вироблення електроенергії за рахунок використання кінетичної енергії кроку людини. Недоліком є невідповідність установки в місцях низької інтенсивності пересування людей. Один крок генерує близько 5 Вт. Блок-схема розробленої системи генерації електроенергії включає плитку, контролер заряду акумулятора, свинцево-гелієвий акумулятор, мікроконтролер, датчик, модуль зв'язку, блок живлення та інвертор. Вироблена електроенергія може бути застосована для освітлення території підприємства, приміщень, вентиляція тощо.

A N N O T A T I O N

The work is devoted to the development of a power generation system that uses the kinetic energy of a human step. Traditional methods of electricity production using thermal power plants, hydroelectric power plants and nuclear power plants are considered. Hydropower and nuclear power plants have an advantage in production capacity. The main disadvantage of a thermal power plant is air pollution, a nuclear power plant probably has radioactive contamination, and their common disadvantage is thermal water pollution. HPPs have smaller production capacity, but are more environmentally friendly than the above-mentioned power plants. The main alternative to these stations are power plants that use wind and solar energy. The main advantage of wind power plants is the ability to generate electricity around the clock and the ability to install almost anywhere where there is a constant movement of air. The main disadvantages of wind farms are the instability of electricity production due to the instability of air flow and the generation of infrasound during operation. The advantage of solar panels is their high environmental friendliness, the ability to install anywhere. The disadvantage is the need for a large area to produce sufficient capacity and feasibility of location in more sunny regions. These shortcomings are absent in Pavegen paving slabs. A characteristic feature of this technology is the generation of electricity through the use of kinetic energy of the human step. The disadvantage is the inadequate installation in places of low traffic. One step generates about 5 watts. The block diagram of the developed electricity generation system includes a tile, a battery charge controller, a lead-helium battery, a microcontroller, a sensor, a communication module, a power supply and an inverter. The generated electricity can be used to illuminate the territory of the enterprise, premises, ventilation, etc.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
1. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ЛІТЕРАТУРНИМИ ТА МЕРЕЖЕВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ.....	9
1.1 Джерела енергії.....	9
1.2 Альтернативні джерела енергії	10
1.3 Сонячна енергетика	11
1.4 Вітроенергетика.....	13
1.2 Геотермальна енергія	18
1.3 Біоенергетика	22
1.4 Гідравлічні електростанції.....	27
1.5 Енергія припливів, морських хвиль і океанів.....	30
1.6 Кінетична енергія кроку людини	32
Висновок.....	35
2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА РАХУНОК ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧОЇ ПЛИТКИ PAVEGEN SYSTEM	37
2.1 Обґрунтування схемних рішень та використання елементної бази.....	37
2.2 Опис і робота системи.....	37
2.2.1 Структурна схема	37
2.2.2 Енергогенеруюча тротуарна плитка Pavegen Systems.....	39
2.2.3 Інвертор	40
2.2.4 Акумулятор	42
2.2.5 Модуль зв'язку ISP8566	44
2.2.6 Блок живлення	45
2.2.7 Мікроконтролер.....	45

					ДЕ.62.007.000 ПЗ			
Змн.	Арк.Ар	№ докум.№	ПідписПі	Дата				
Розроб.		Мірошник К.В.			Система альтернативного енергозабезпечення	Літ.Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кобак М.М.					5	62
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФЕЛ, ЕПС, гр. ДЕ62		
Н. Контр. Н.		Чадюк В.О.						
Затверд.		Ямненко Ю.С.						

Висновок.....	47
3. ОПИС РОБОТИ СХЕМИ І РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ.....	47
3.1 Дані про здійснені кроки	47
3.2 Електрогенеруюча система.....	49
3.3 Друкована плата	50
3.4 Розрахунок вихідної потужності.....	51
Висновок.....	54
ВИСНОВКИ.....	55
Позна-чення	59
Найменування	59

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ТЕС – теплові електростанції

ГЕС – гідроелектростанції

АЕС – атомні електростанції

ВЕУ — вітроенергетична установка

ККД — коефіцієнт корисної дії

ПГ — парникові гази

ГеоЕС — геотермальна електростанція

АКБ – Акумуляторна батарея

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

По тій причині, що ще не всі проблеми вирішені з виробництвом електроенергії, у світі досліджують і застосовують всі можливі варіанти виробництва електроенергії. **Основна проблема, яку становить виробництво електроенергії, це екологічна проблема.**

Найбільшу частку виробництва електроенергії займають теплові електростанції. Для виробництва ці станції використовують невідновлювальні ресурси, яких може вистачити на 150-200 років. Зважаючи на приріст потреби електроенергії у світі, ці дані можуть піддатися перерахунку. Також, в свою чергу, вони найбільше забруднюють навколишнє середовище. Окрім вище описаних витрат ресурсів, продукти спалювання викидають в атмосферу вуглекислий газ і інші шкідливі речовини. Також під час виробництва відбувається теплове забруднення водойм для охолодження пари з турбін станції.

Останнім часом людство намагається освоїти багато альтернативних джерел електроенергії до них можна віднести енергію вітру, сонця, припливних течій, тепла енергія надр Землі, тепла енергія сонячного випромінювання, кінетична енергія кроку людини та багато іншого. Вони практично невичерпні, тому привертають увагу дослідників. **Актуальність даної теми** пояснюється застосуванням екологічно чистої електроенергії кроку людини.

Метою роботи є розробка електрогенеруючої системи, що використовує енергію кроку людини для вироблення електроенергії. Дана є екологічно чистою і ефективною у місцях інтенсивного руху людей.

Результатом роботи може бути зменшення затрат підприємства на електроенергію, покращення екологічної ситуації.

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ЛІТЕРАТУРНИМИ ТА МЕРЕЖЕВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ

1.1 Джерела енергії

Джерела енергії – це матеріальні об'єкти, в яких зосереджена енергія, придатна для практичного використання людиною.

Джерела енергії бувають трьох типів:

- Викопне паливо - традиційні невідновлювані джерела енергії, які включають вугілля, природний газ та нафту. Ці резерви є вичерпними, і викопні ресурси можна чітко визначити. У той же час сучасні технології не дозволяють добути основну їх частину, зокрема ту, яка знаходиться в глибині океану. Крім того, традиційні ресурси негативно впливають на навколишнє середовище.

- Ядерне паливо - його використання дозволяє отримувати теплову та електричну енергію шляхом зміни енергії, що виділяється при ядерних реакціях. Технології та ресурси, доступні сьогодні, дозволяють задовольнити світові потреби в електроенергії за допомогою ядерної енергії. Однак у розвитку атомної енергетики існує ряд проблем - політичних і екологічних. Темпи зростання атомних електростанцій були уповільнені низкою екологічних аварій (основними з яких є Чорнобиль і Фукусіма), проблемами, пов'язаними з похованням ядерних відходів і ядерною безпекою. Крім того, поширення ядерних технологій є основною причиною для політичних дебатів.

- Поновлювані джерела - це невичерпні джерела енергії (природні, альтернативні, нульові викиди, поновлювані). До них відносять сонячну енергію, енергію припливів, геотермальну енергію, енергію вітру та виробництво гідроелектрики та біогазу при обробці органічних відходів. Майже всі ці джерела енергії є екологічними та їх розумне використання не спричиняє забруднення навколишнього середовища.

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Альтернативні джерела енергії

Альтернативна енергія охоплює всі ті речі, які не потребує викопного палива. Вони широко доступні, майже невичерпні і екологічно чисті. Вони мало або взагалі не забруднюють навколишнє середовище [1].

На сьогоднішній день існують такі екологічно чисті джерела енергії (табл. 1.1):

- енергія сонця;
- вітроенергетика;
- геотермальна енергія;
- біоенергетика;
- гідравлічні електростанції;
- енергія припливів, морських хвиль і океану;
- енергія кроку людини.

Таблиця 1.1.

Види енергії та їх потенціал

Вид енергії	Потенціал, %	
	Технічний	Практично реалізований
Сонячна	50	10
Гідравлічна	30	15
Вітрова	30	15
З органічних відходів	25	10
За рахунок температурного градієнта Світового океану	10	0-10
Геотермальна	4	2

1.3 Сонячна енергетика

Сонячна енергетика являється першим джерелом енергії у світі. Вона використовувалась на багато раніше, ніж люди навчилися розпалювати вогонь. Багато живих істот залежать від сонячної енергії, рослин, водних організмів та тварин.

Сонячна енергія являється одним з альтернативних джерел енергії, які використовуються найбільш широко в усьому світі. Середньорічна сумарна енергія сонячного випромінювання, яка надходить, коливається в межах 1100-1500 кВт*год/м². Акумуляування сонячної енергії, на даний момент, є найбільш перспективним напрямком розвитку альтернативних джерел енергії. Близько 70% сонячного світла відбивається назад в простір, і ми використовуємо лише 30% сонячної світла, щоб задовольнити наші потреби в енергії.

Сонячна енергія не створює забруднення і широко використовується в багатьох країнах. Це поновлюване джерело енергії. Сонячні панелі, які необхідні для використання цієї енергії, можуть використовуватися протягом тривалого часу і практично не вимагають обслуговування. Сонячна енергія являється неефективною в регіонах, які не отримують достатньо сонячного світла. Сонячне світло не може бути використане вночі, і не все сонячне світло може бути поглинуте сонячними батареями. Та переваг у сонячної енергії більше, ніж недоліків.

Існує два види сонячних систем: активні сонячні системи та пасивні сонячні системи. Пасивна сонячна система в основному використовує тривалість, положення і інтенсивність сонячних променів. Активна сонячна система використовує електричні технології та механічні технології, такі як сонячні колектори, насоси і збірні панелі, для збору, перетворення і зберігання енергії для майбутнього використання.

Сонячна панель — тип збірних панелей для поглинання енергії сонячних променів та її перетворення у електричну чи теплову [2].

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип роботи сонячної панелі будується фотогальванічному ефекті, котрий показує, що сонячний промінь можна перетворити на електроенергію, накопичувати та використовувати завдяки роботі напівпровідників.

Якщо коротко охарактеризувати даний процес, то він відбувається так: сонячний промінь потрапляє на поверхню р-п – шару провідника та вибиває з нього електрони [3]. Після цього дані електрони з певним зарядом переміщуються по колу, що дозволяє живити електроспоживача, підключеного до даного кола (рис. 1.1).

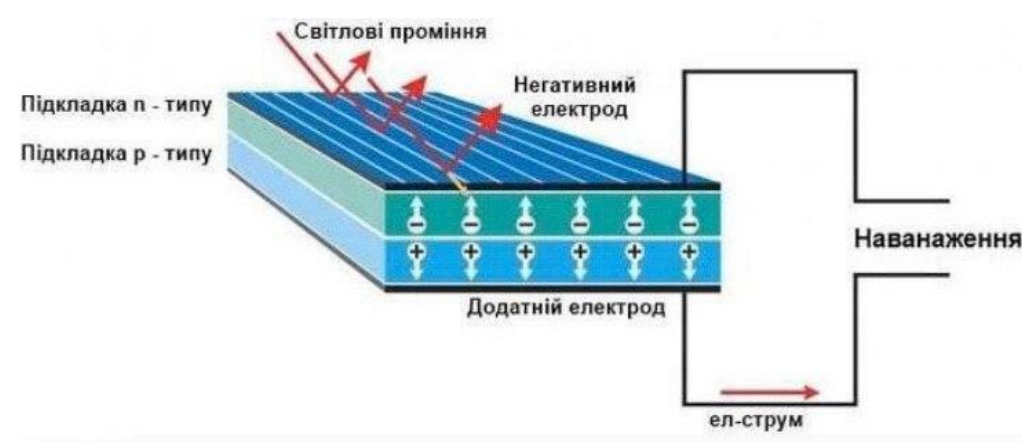


Рис. 1.1. Принцип виникнення фото-електрорушійної сили

Однак різниця потенціалів, створювана одним фотоелементом, мала для промислового застосування. Щоб мати можливість використовувати сонячні елементи для електроживлення пристроїв, їх з'єднують разом. Тим самим виходять сонячні батареї (сонячні збірки, сонячні модулі). Крім того, фотоелементи покривають різними захисними шарами зі скла, пластмаси, різних плівок. Це роблять для того, щоб захистити крихкий елемент.

Основною робочою характеристикою сонячної батареї є пікова потужність, яку висловлюють у Ватах (Вт, W). Ця характеристика показує вихідну потужність батареї в оптимальних умовах: сонячному випромінюванні 1 кВт/м², температурі навколишнього середовища 25 °С, сонячному спектрі шириною 45°. У звичайних умовах досягти таких показників вдається вкрай рідко, освітленість нижче, а модуль нагрівається вище (до 60-70 градусів).

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Поєднуючи фотоелементи послідовно ми підвищуємо різницю потенціалів, поєднуючи паралельно – струм. Таким чином комбінуючи з'єднання можна домогтися необхідних параметрів по струму і напрузі, а отже і по потужності. Крім того, послідовно або паралельно можна з'єднувати не тільки фотоелементи в рамках однієї сонячної батареї, але сонячні батареї в цілому [3].

1.4 Вітроенергетика

Вітроенергетика України має достатній досвід виробництва, проектування, будівництва, експлуатації та обслуговування як вітроенергетичних установок, так і вітроенергетичних станцій (табл. 1.2). В країні є достатньо високий науково-технічний потенціал і розвинена виробнича база.

Таблиця 1.2.

Питомий енергетичний потенціал вітрової енергії в Україні

№ Району	Середньорічна швидкість вітру, V_p , м/с	Висота, м	Природний потенціал вітру, кВт·год/м рік	Технічно-досяжний потенціал вітру, кВт·год/м рік
1	<4,25	15	1120	200
		30	1510	280
		60	2030	375
		100	2530	460
2	4,5	15	2010	390
		30	2710	520

3	5,0	60	3640	700
		100	4540	850
		15	2810	520
		30	3790	690
		60	5100	860
4	5,5	100	6350	975
		15	3200	620
		30	4320	830
		60	5810	1020
		100	7230	1150

Вітрові турбіни працюють за простим принципом: замість того, щоб використовувати електроенергію для отримання вітру, як вентилятор – ВЕУ використовують вітер для отримання електроенергії. Вітер обертає лопатки турбіни, подібні до гвинта, навколо ротора, який обертає генератор, який створює електрику.

Вітер - це форма сонячної енергії, викликана поєднанням трьох супутніх подій:

- Сонце нерівномірно нагріває атмосферу
- Нерівності земної поверхні
- Обертання землі.

Вітрова турбіна перетворює енергію вітру в електрику, використовуючи аеродинамічну силу від лопатей гвинта, які працюють як крило літака або лопаті гвинта вертольота. Коли вітер проходить через лопать, тиск повітря на одній стороні лопаті зменшується. Різниця в тиску повітря на обох сторонах лопаті створює підйом і опір. Сила підйому сильніше, ніж опір, і це змушує ротор обертатися. Ротор з'єднується з генератором або безпосередньо (якщо це

турбіна з прямим приводом), або через вал і ряд зубчастих коліс (редуктора), які прискорюють обертання і дозволяють отримати фізично менший генератор.

На думку різних авторів, вітроенергетичний потенціал Землі становить 1200 ТВт, але використання цього виду енергії в світі мають різні переваги. Середньорічна швидкість вітру на висоті 20-30 м над поверхнею Землі повинна бути достатньою, щоб повітряні сили, що рухаються через орієнтований вертикальний перетин, досягали значення для обороту вартості.

Енергія, що міститься в повітряному потоці, пропорційна кубу швидкості вітру. Проте, не всю енергію повітряного потоку можна використовувати навіть з досконалим обладнанням. Теоретично енергоефективність повітряного потоку може становити 59,3%. На практиці, згідно з опублікованими даними, максимальна ефективність енергії вітру в реальній вітротурбіні становить близько 50% ,проте і цей показник досягається не при всіх швидкостях, а тільки при оптимальній швидкості, передбаченій проектом. Крім того, частина енергії повітряного потоку втрачається, коли перетворення механічної енергії в електроенергію повинно здійснюватися, звичайно, з ефективністю від 75 до 95%. Враховуючи всі ці фактори, фактична електрична енергія фактичної ВЕУ становить від 30 до 40% енергії повітряного потоку за умови, що турбіна працює регулярно в очікуваному діапазоні швидкості. Недоліком є те, що вітер іноді має швидкість, що перевищує розрахункову швидкість. Швидкість вітру настільки низька, що ВЕУ взагалі не може працювати або настільки високий, що потрібно вжити заходів для захисту від пошкоджень. Якщо швидкість вітру перевищує номінальну робочу швидкість, частина отриманої механічної енергії вітру не використовується, щоб не перевищувати номінальну електричну потужність генератора. Через ці фактори на виробництво електроенергії припадає від 15 до 30% енергії вітру на рік, а то й менше, залежно від місця розташування та параметрів ВЕУ.

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Принцип дії всіх вітро двигунів один. Чим більше діаметр вітрового колеса, тим більший повітряний потік воно захоплює і тим більше енергії виробляє генератор.

За типами вітрові двигуни поділяють на дві групи (рис. 1.2):

- 1) вітро двигуни з горизонтальною віссю обертання (крильчаті) (2-5);
- 2) вітро двигуни з вертикальною віссю обертання (карусельні: лопатеві (1) і ортогональні (6) [5].

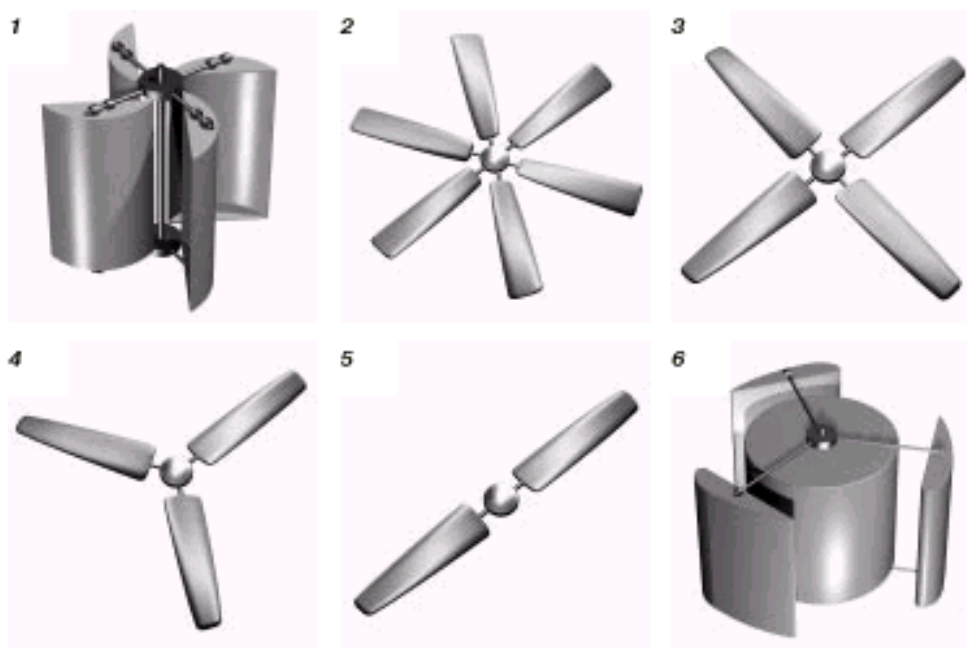


Рис. 1.2. Типи вітро двигунів

Горизонтально-осьові турбіни

Вітрові турбіни з горизонтальною віссю - це те, що багато людей уявляють, думаючи про вітрових турбінах. Найчастіше вони мають три лопаті і працюють «проти вітру», при цьому турбіна обертається вгорі вежі, так що лопаті дивляться на вітер.

Перевагами даного типу установки є: висока потужність енергії, які вона здатна виробляти (до 7 МВт), мають великий крутячий момент, мають широкий попит на ринку, не мають шкідливих відходів.

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Недоліки даного типу установки: висока ціна, високий коефіцієнт шуму, що унеможлиблює установку біля житлових будинків, змінний напрямок та сила вітру, що потребує додаткового джерела енергії.

Вертикально-осьові турбіни

ВЕУ з вертикальною віссю бувають декількох різновидів, включаючи модель Дар'є у стилі яйценос (рис. 1.3), названа на честь свого французького винахідника. Ці турбіни всенаправлені, це означає, що їх не потрібно налаштовувати, щоб вказувати на вітер для роботи [6].



Рис.1.3. Ротор Дар'є

В такій конфігурації лопатей обертове крило може повністю використовувати переваги потоку енергії, де б він не знаходився досягає турбіни під будь-яким вертикальним або горизонтальним кутом по відношенню до положення ротора [7]. Лопаті мають гвинтову форму для зменшення вібрацій на полюсі при оберті поворотного крила. Кількість лопатей було

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обрано для полегшення само запуску поворотного крила і одночасно зменшити вібрації на полюсі при його обертанні. Кінці лопатей розташовуються до внутрішньої сторони.

В роторі створюється перетягування завдяки висоті профілю леза, що призводить до поліпшення можливості само запуску. Більше того, коли обертове крило обертається, кінці леза призводять до збільшення сили підйому, що збільшують стійкість оборотів лопатки турбіни, як результат орієнтації нормальні сили, що діють на корпус леза, закінчуються, особливо при високому обертанні.

Переваги використання подібного типу конфігурації ротора:

- само запуск без зайвих компонентів при швидкості вітру 1,25 м / с;
- не високий рівень шуму (при 5 м / с 44,2 дБ);
- устанавлюють на невисокій що має перевагу в більш зручному обслуговуванні;
- працює при різних напрямках вітру [8];

Недоліки використання:

- складна технологія випуску закручених лопатей;
- дорогі у виробництві.

1.2 Геотермальна енергія

Геотермальна енергія буквально означає тепло Землі, яке оцінюється в 5500°C. В ядрі Землі приблизно так само спекотно, як на поверхні Сонця. Геотермальна енергія - це чистий поновлюваний ресурс, який може бути використаний багатьма країнами світу, розташованими в геологічно сприятливих місцях. Геотермальна енергія може бути добута з підземних резервуарів, що містять високотемпературні породи, насичені водою і / або парою. Зазвичай в резервуарах пробурені свердловини глибиною два кілометри або більше. Гаряча вода і пар далі поступають по трубопроводу на ГеоЕС, де

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

вони використовуються для приведення в дію електрогенераторів для виробітку енергії для підприємств та будинків.

Усю природну теплоту, що міститься у твердій, рідкій та газоподібній складових земної кори, можна розглядати як геотермальні ресурси двох видів: гідротермальні (пара, вода, газ) та петрогеотермальні (розігріті гірські породи).

У середньому температура в земній корі підвищується на 3 °С через кожні 100 м у глибину. На глибині 20 км вона становить близько 500 °С, а на глибині 50 км – порядку 700–800 °С.

Залежно від характеристик геотермального ресурсу, наприклад, в залежності від температури ресурсу, вироблення електроенергії відбувається або в звичайних парових турбінах, або в бінарних установках.

Звичайні парові турбіни вимагають рідин температурою не менше 150°С і можуть бути забезпечені або з атомосферним (протитиск), або з конденсаційним вихлопом. Атмосферні вихлопні турбіни простіше у використанні і дешевше. Після пропарювання безпосередньо з сухопарових свердловин або після відділення (води від пари), з вологих свердловин, пропускається через турбіну і випускається в атмосферу. У цьому типі агрегату споживання пара на кіловат-годину (кВт·г) майже вдвічі більше, ніж у конденсаційної установки.

Компресорно-конденсаторні агрегати, що мають більше допоміжного обладнання, є більш складними, ніж атмосферні вихлопні агрегати, а для виготовлення агрегатів великих розмірів може знадобитися вдвічі більше часу. Конденсаційні установки потужністю від 55 до 60 МВт дуже поширені, але також були побудовані і встановлені електростанції потужністю 110 МВт [9].

Згідно з топологією Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), розрізняють 5 типів джерел геотермальної енергії:

- суха пара;
- волога пара (гаряча вода + пара);
- геотермальні води (гаряча вода або пара + вода);

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

- сухі гарячі кам'яні породи, розігріті магмою;
- магма.

Існує три методи перетворення геотермальної енергії в електрику (рис. 1.4.). І зумовлено це двома факторами: станом середовища (вода або пара) та температурою породи.

Прямий метод базується на використанні сухої пари.

Непрямий метод базується на використанні водяної пари. Варто враховувати, щоб вода могла текти під власним тиском вгору температура має бути понад 180 °С. Така температура є нижчою, ніж в сухих парових установках. Принцип роботи полягає в тому, що коли тиск зменшується, частина води виходить у вигляді пари, яка проходить через секцію турбін. Вода, що не стала парою повертається назад в свердловину і може знову використовуватись для опалення.

Змішаний або бінарний метод – використання геотермальних вод у поєднанні з допоміжною рідиною (наприклад, фреоном). Згідно з прогнозами, в майбутньому бінарні електростанції стануть найчастіше використовуваним типом ГеоТЕС. Це пов'язано з тим, що для установок бінарного циклу підходить вода з нижчою температурою. Також вони не виділяють ніяких викидів, крім водяної пари. А, наприклад, установки з «сухим паром» виділяють парникові гази [10].

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

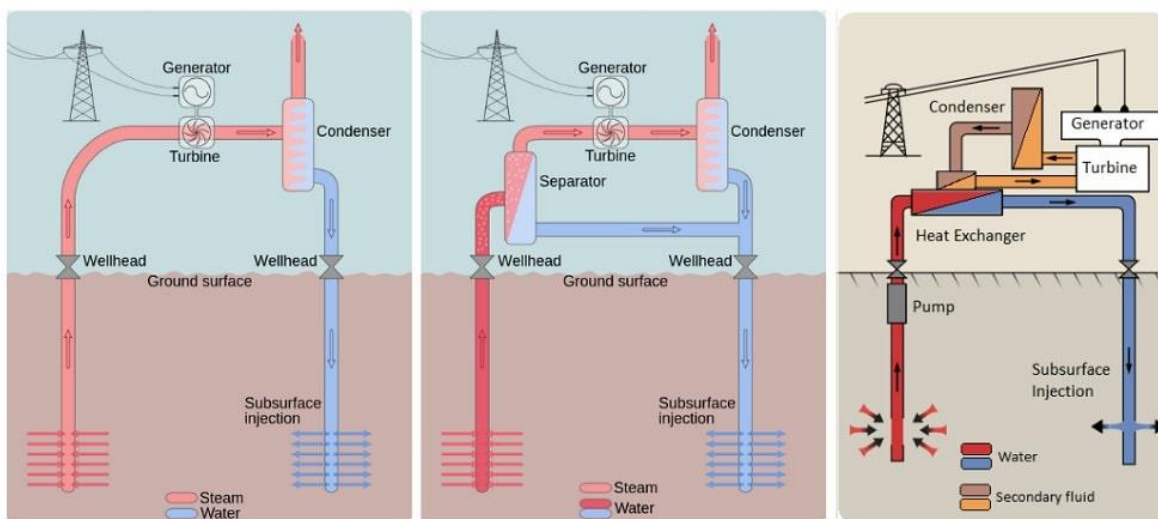


Рис. 1.4. Принципи роботи ГеоЕС. Прямий метод. Непрямий метод. Бінарний метод

Steam – пара; Water – вода; Subsurface injection – підземна течія; Ground surface – земляна поверхня; Wellhead – родовище; Turbine – турбіна; Condenser – конденсатор; Separator – сепаратор; Pump – насос; Heat Exchanger – теплообмінник; Generator – генератор; Turbine – турбіна.

Переваги геотермальної енергії:

- Поновлювані джерела енергії - завдяки належному керуванню резервуаром, швидкість отримання енергії може бути збалансована зі швидкістю природного поповнення тепла резервуара.
- Базове навантаження - геотермальні електростанції виробляють електроенергію постійно, що працює 24 години на добу / 7 днів на тиждень, незалежно від погодних умов.
- Невелика площа - геотермальні електростанції компактні; використання меншої кількості землі на ГВт-год (404 м²), ніж вугільного (3642 м²) вітру (1335 м²) або сонячної фотоелектричної станції з центральною станцією (3237 м²).
- Чистота - сучасні геотермальні електростанції із замкнутим контуром не виділяють парникових газів; Викиди ПГ протягом життєвого циклу (50 г екв. CO₂ / кВт · год) в чотири рази менше, ніж в сонячній

енергетиці, і в 6-20 разів нижче, ніж в природному газі. Геотермальні електростанції споживають в середньому менше води протягом терміну служби енергії, ніж більшість традиційних технологій генерації.

Недоліки ГеоЕС:

- Високе споживання прісної води, що може привести до її дефіциту;
- Має географічне обмеження;
- Дороге будівництво станцій.

1.3 Біоенергетика

Біоенергетика – галузь енергетики, заснована на використанні біопалива, що виробляється з біомаси.

Біомаса є біологічним матеріалом, отриманим з живих або недавно живих організмів. В контексті використання біомаси для виробництва енергії зазвичай під біомасою розуміється матеріали рослинного походження, але термін біомаса може в рівній мірі застосовуватися до матеріалів як тварини, так і рослинного походження [11].

В системах виробництва біогазу використовують спеціальні бактерії, для розпаду мокрих органічних речовин, таких як перегній, стічні води або харчові відходи. Ці системи виробляють суміш метану, вуглекислого газу та напівтвердих залишків [12].

Біогаз - це метан з вмістом метану від 70 до 75% та теплотворною здатністю від 5000 до 5500 ккал / м³, що в 2–2,5 рази перевищує теплотворну здатність сухої біомаси при простому згорянні. Кількість біогазу отримують з

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одного кубічного метра сировини; Енергія, отримана при спалюванні цього обсягу газу, становить 90% енергії, що міститься в первинній масі. Це означає, що ефективність анаеробної біотехнології досягає 90%, що підтверджує її переваги перед горінням.

Біогаз, отриманий за цією технологією, може використовуватися наступними способами:

а) джерело тепла - спалюючи один кубічний метр цього газу в котлах можна отримати 4 - 5 кВт теплової енергії;

б) Механічне джерело енергії при спалюванні біогазу в двигунах внутрішнього згоряння (згоряння зазвичай не використовується в газотурбінних двигунах через відносно невелику абсолютну кількість цього виду газу). При спалюванні кубічного метра біогазу він може отримувати від 1,8 до 2,2 кВт · год електроенергії та за допомогою тепла від відпрацьованих газів - додаткової теплової енергії від 2,5 до 3,5 кВт;

в) газоподібне моторне паливо для транспортних засобів, в яких біогаз стискається до 22 МПа.

Глобальна біоенергетика розвивається в таких технологічних сферах:

- пряме спалювання сільськогосподарських, твердих і побутових відходів, торфу та промислових відходів;
- анаеробна обробка твердих побутових відходів;
- термохімічна конверсія біомаси в газоподібне або рідке паливо;
- виробництво етанолу та рослинної олії та виробництво біодизеля.

Спалювання біомаси приваблює відносно простою технологією, порівняно невеликими витратами і дешевою сировиною.

Проста біогазова установка (рис. 1.5.) складається з контейнера для розпаду органічних речовин у водному розчині, контейнера для збору газів, також системи подачі органічних речовин, системи подачі газу до місця використання і система ліквідації відходів [13].

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

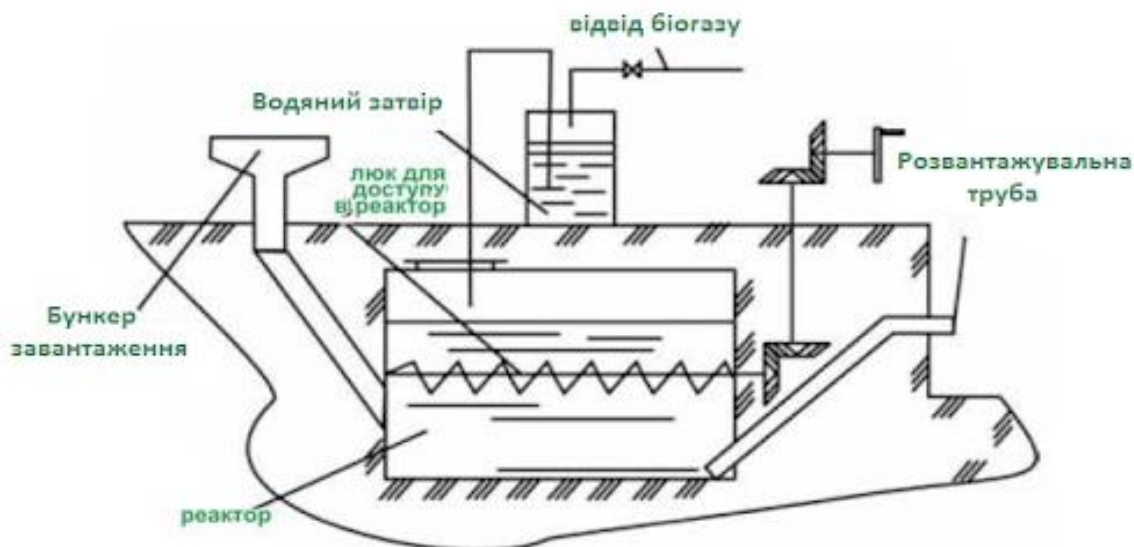


Рис.1.5. Принципова схема біогазової установки

Рослинна біомаса потенційно є найпотужнішим паливно-сировинним джерелом. Ріст сектору біоенергетики України протягом 2010-2016 рр. оцінюється, в середньому, у 45%/рік по показнику виробництва біопалив і 35% в рік по загальному постачанню первинної енергії з них.[14] До рослинної біомаси відносяться: деревина і відходи її заготовки (так звані лісосічні відходи), що становлять 40 - 60% загальної кількості заготовленої деревини; відходи деревообробки, складові до 20% обсягу виробництва ділової деревини; відходи рослинництва (солома, кукурудзяна качан, рисова і соняшникова лузга та ін.), а крім того, торф, тверді органіковмісні, промислові і побутові відходи.

Шкідливість даного процесу полягає в тепловому забрудненні атмосфери, бо через згорання палива вивільняється теплова енергія. Також відбувається хімічне забруднення викидами таких отруйних речовин, як оксид вуглецю, сірчаний ангідрид, оксид азоту та інші отруйні речовини разом з із продуктами повного і неповного згорання палива.

Тому варто максимально обмежити використання технології прямого спалювання. Для деяких видів палива використовувати більш прогресивні технології (анаеробне зброджування, термохімічне перетворення) буває не доречно і тому використання технології спалювання є виправданим. Для

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

спалювання біоматеріалу з найбільш можливим ККД використовують котли з киплячим шаром (рис.1.6).

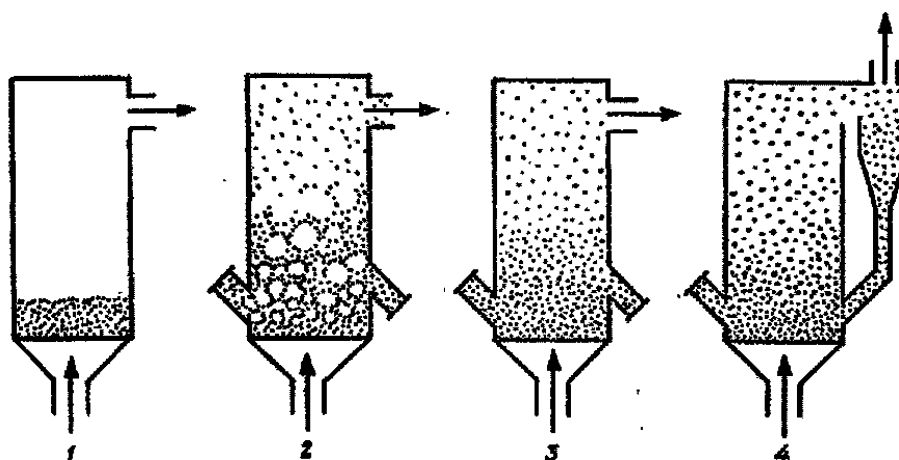


Рис. 1.6. Котел із киплячим шаром

На рисунку 1.6 зображені основні етапи спалювання біоматеріалу в котлах із киплячим шаром: 1 – пошарове спалювання; 2 – киплячий шар із бульбашками; 3 – режим переходу до пневмотранспорту; 4 – режим із циркулюючим киплячим шаром.

У котлі із киплячим шаром відбувається спалювання деревних відходів та побутового сміття при зниженій температурі для запобігання утворенню діоксиду азоту. Спалюваний біоматеріал примусово продувається знизу повітрям із регульованою подачею, що дозволяє пристосовувати процес горіння до конкретного біоматеріалу і забезпечувати при спалюванні максимальний ККД.

Тверді промислові та побутові відходи, як правило потребують спалювання в окремій установці, через наявність різноманітних змішаних матеріалів, таких як скло, макулатура, обгортки, пакети, тканини і т.п., а також вони містять шкідливі речовини: сурму, кадмій, свинець, ртуть, органічні токсини і т.д.

Спалювання побутового сміття являється корисним. Для цього часто застосовують установки як на рис. 1.7. Через сміттєзвалища поблизу великих

міст стають проблеми пожежонебезпеки, забруднення повітря смердючими та токсичними газами, вони займають великі площі, а також із дощовою водою ці забруднення потраплять у ґрунтові води.

У багатьох країнах вже відмовились від складування сміття. Так у Японії спалюють 80% таких відходів, а у Швеції 60%. Теплота згоряння таких відходів досягає від 7 до 12 МДж/кг.

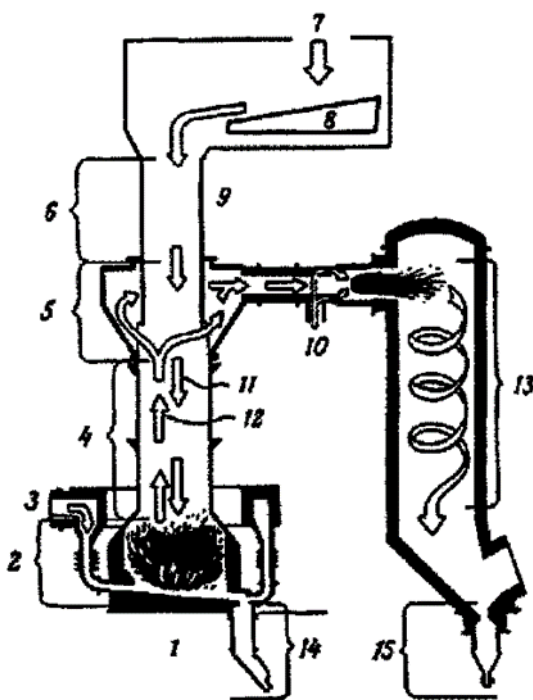


Рис. 1.7. Схема установки для спалювання твердих відходів і сміття

Біодизель – метилові та/або етилові етери вищих органічних кислот, отриманих із рослинних олій або тваринних жирів, отримуються зі спеціальних установок (рис. 1.8) і використовуються як біопаливо чи біокомпонент [15].

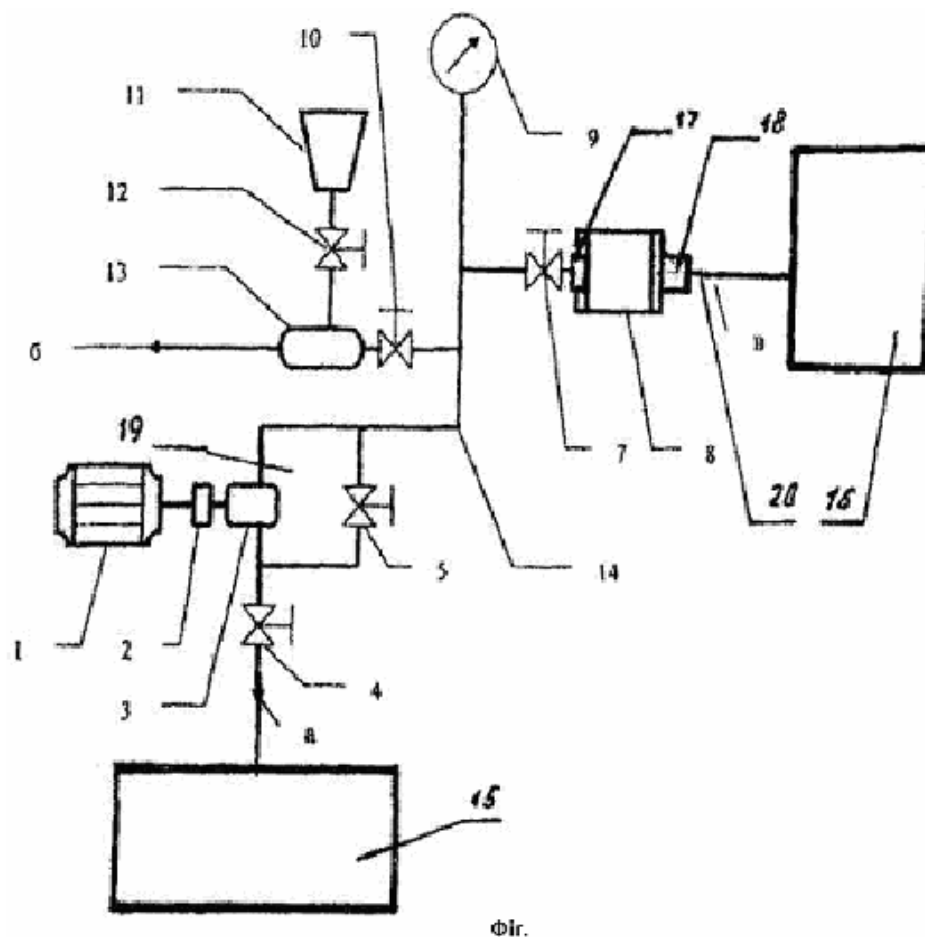


Рис.1.8. Установа для отримання біодизеля[16]

Технічні характеристики: виробничість – 200л/ч, необхідна площа для розміщення обладнання – 60-80м², споживча потужність – 35кВт, гарантійний строк роботи – 24 місяці.

Основними недоліками даної установки є її низька виробничість, великі енерговитрати, потребує великої площі для установки, по суті добуток біодизеля відбувається шляхом механічного змішування компонентів, які входять в біопаливо.

1.4 Гідравлічні електростанції

Гідроелектростанції поглинають кінетичну енергію води, що рухається і віддають механічну енергію турбін. Потім рухомі турбіни перетворюють механічну енергію в електричну через генератори. Існують різні типи

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

гідроелектростанцій. Гідроенергетика є поновлюваним, постійним, передбачуваним і контрольованим джерелом енергії. Вони не виділяють парникових газів і є екологічно чистими [17].

Існує багато типів гідроелектростанцій. Їх вибір залежить від обсягу доступної води і витрати води. Це також залежить від області, яка нам доступна, і грошей, які ми хочемо витратити. Є дуже великі електростанції, такі як мікро-ГЕС, а також невеликі електростанції, які також можуть бути побудовані поруч з вашим будинком, оскільки вони не завдають великої шкоди.

Гідроелектростанція накачування.

Ця система фактично працює на попит на електроенергію. Він використовує різні висоти між двома резервуарами для перекачування води, в залежності від вимог. Коли потреба в електриці менше; потім надлишок енергії викачує воду в трохи більш високий басейн. У разі більш високого попиту турбіни скидають назад воду в низький резервуар через нього. Акумулює сховище є комерційно найбільш важливою формою накопичення енергії, а також підвищує щоденний коефіцієнт корисної дії системи.

Прогін річки ГЕС.

Цей тип не має місця для зберігання або резервування. Вода тече і проходить через турбіни. Він постійно рухається і не повинен залишатися нерухомим. Таким чином, вода, яка надходить з верхньої течії, повинна використовуватися в даний момент, або вона повинна обійти греблю.

Підземна ГЕС.

Ця система працює на основі природної різниці висот, яка може бути отримана при використанні двох водних шляхів, які можуть бути водоспадом або гірським озером. Підземний тунель побудований для припливу води з

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

верхньої раковини до місця утворення і горизонтального хвостового шляху, який доставляє воду в нижню раковину [18].

Мікро ГЕС.

ККД перетворення енергії падаючої води в струм досяг 73%, що дуже добре. Взимку ж ГЕС продовжує працювати під льодом. Вся справа в тому, що найбільш щільна вода (з температурою в 4 градуси) тяжіє до центру виру. По краях циліндра утворюється крижана кірка, яка виступає в ролі утеплювача, що не дає занадто сильно охолотитися центру. Надійні, екологічні, компактні та недорогі джерела енергії для сіл, міст, ферм, малого бізнесу у віддалених та недоступних гірських районах, де немає лінії електропередач та будівництво таких ліній зараз довше і дорожче, ніж придбання мікро-ГЕС для встановлення [19].

Переваги такого мікро-ГЕС:

- Ефективність перетворення енергії води, що потрапляє на обладнання для випробування, досягла 73%, що дуже добре.
- Взимку ГЕС завжди працює під льодом. Справа в тому, що найгустіша вода (4 градуси) йде до центру вихору. На краях циліндра утворюється крижана кірка, яка виступає ізолятором і не дає центру занадто сильно охолонути. [20]
- Оригінальне компонування агрегатів мікро-ГЕС, застосування передової технології, сучасні матеріали і дизайн забезпечують високі споживчі властивості і їх надійну роботу.

Недоліки:

- Існує деяка сезонність. В зимовий і літній період помітні зниження ефективності.
- Недостатня ремонтна та виробнича можливість підприємств.
- Недостатньо вивчений негативний вплив на навколишнє середовище та сільськогосподарську діяльність [21].

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Енергія припливів, морських хвиль і океанів

Через великі розміри океанів ця енергія може використовуватися в набагато ширшому масштабі, ніж інші альтернативні джерела енергії. Хвилі, створювані океаном і приливами, які досягають морського берега, мають величезний потенціал. Якщо вони будуть задіяні на повну потужність, вони зможуть значно скоротити енергетичні проблеми в світі. Існує 3 способи: приливна енергія, хвильова енергія і перетворення теплової енергії океану, за допомогою яких можна використовувати енергію океану.

Приливна сила в основному включає в себе використання кінетичної енергії від припливів і відливів. Різниця в приливи і відливи також важлива в цьому відношенні. Це ще одна форма гідроенергетики. Підйом і падіння океанічних припливів фіксуються генераторами приливної енергії, які обертають турбіни. Рух турбін відповідає за виробництво електроенергії. Коротше кажучи, генератор приливної енергії вловлює кінетичне рух припливів і перетворює їх в електричну енергію.

Генератори приливної енергії (рис.1.9) найчастіше встановлюються уздовж берегової лінії, хоча морські установки стають все більш популярними. Берегові лінії є кращими, тому що вони отримують 2 припливу і 2 відливу кожен день. Для вироблення електроенергії різниця в рівнях води повинна бути не менше 5 метрів.

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

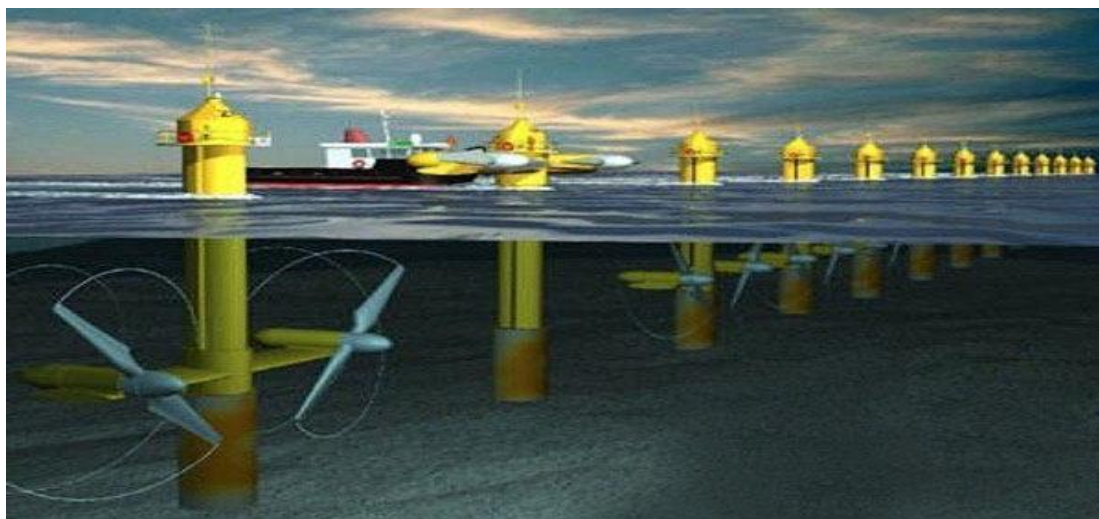


Рис.1.9. Припливні турбіни

Приливні турбіни

Приливні турбіни використовують ту ж технологію для вітряних турбін. Різниця лише в тому, що лопаті приливних турбін набагато міцніше і коротше. Отже, найкращий спосіб порівняти приливні турбіни - це підводні вітряки. В ідеалі водні потоки обертають турбіну. Турбіна з'єднана з генератором через вал. Таким чином, коли турбіна обертається, вал також обертається. Поворотний вал активує генератор, який виробляє енергію. Первісна вартість установки цієї системи приливних течій досить висока, не кажучи вже про складність в обслуговуванні. Та все ж це залишається більш дешевою альтернативою і не погіршує стан оточуючого середовища на відміну від інших приливних технологій.

Приливні загородження

Приливні загородження є найбільш ефективними технологіями приливної енергії. Вони нагадують греблі, які використовуються на гідроелектростанціях. Різниця в тому, що вони набагато більше, так як вони побудовані через затоку або гирло. Щоб загородження могло виробляти енергію, приливна дистанція, яка визначається як різниця між припливом і відливом, повинна бути більше 5 метрів. Коли приплив входить в систему, океан або морська вода тече через

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

греблю в басейн. Коли припливи стихають, ворота системи закриваються, затримуючи воду в гирлі або басейні. Коли припливи починають виходити, ворота в греблі, які складаються з турбін, відкриваються, і вода починає витікати, впливаючи на турбіни, які в результаті перетворюються в енергію.[22]

Будівництво приливних загороджень пов'язано з високими початковими капітальними витратами, плюс вони надають руйнівну дію на оточуюче середовище.

Переваги використання даної системи:

- екологічно чистий;
- це відновлюване джерело енергії;
- передбачувано, припливи і відпливи – це циклічний процес. Рівень потужності якому підвергнеться система вже визначений;
- конкурентоспроможний;
- ефективніше, ніж вітрогенератори. Потoki океанів здатні виробляти більше енергії.

Недоліки використання:

- високі початкові затрати;
- проблема ефективності. Припливи і відпливи відбуваються лише двічі на день. Це означає, що коли припливи не відбуваються, енергія не виробляється;
- вплив на морську флору та фауну.

1.6 Кінетична енергія кроку людини

Досить перспективною є застосування технології, що використовує кроки людей для виробництва електроенергії (рис. 1.10). Перевагою є можливість встановлення в місцях, де не можливо або недоцільно встановлювати інші енергогенеруючі системи. Вона виготовлена з гнучкого водонепроникного

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріалу, отриманого при переробці використаних автомобільних покришок, що надає плитці міцність і робить її стійкою до стирання. Корпус плитки виготовлений з особливої нержавіючої сталі. При натисненні поверхня прогинається на 5-10 мм, і змушує інтегрований перетворювач генерувати електроенергію. Технологія перетворювача базується на гібридному перетворенні, що включає п'єзоелектричний ефект, що генерує електроенергію за рахунок деформації, і електромагнітну індукцію. Недоліком є недоцільність встановлення в місцях малої інтенсивності руху людей.

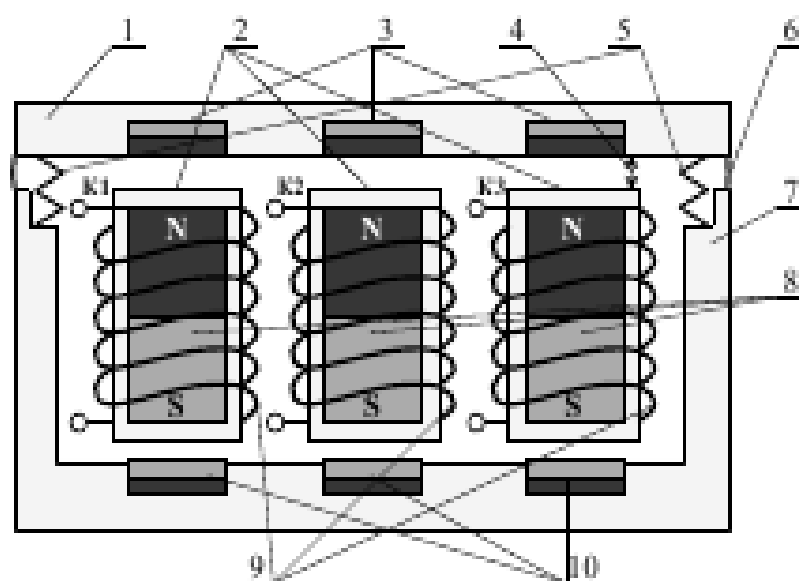


Рис.1.10. Конструкція енергогенеруючої плитки

На рис 1.10 показано конструкцію енергогенеруючої плитки. 1 – кришка натиску; 2 – статор; 3 – неодимові магніти в натискній кришці; 4 – робочий хід натискної кришки; 5 – пружини; 6 – герметичне з'єднання кришки з корпусом; 7 – корпус; 8 – неодимові магніти ротора; 9 – обмотка котушки статора (K1 – K3); 10 – неодимові магніти в корпусі; 11 – електричний випрямляч.

Принцип дії малопотужної енергогенеруючої плитки.

На рис. 1.11 показано роботу енергогенеруючої плитки [23].

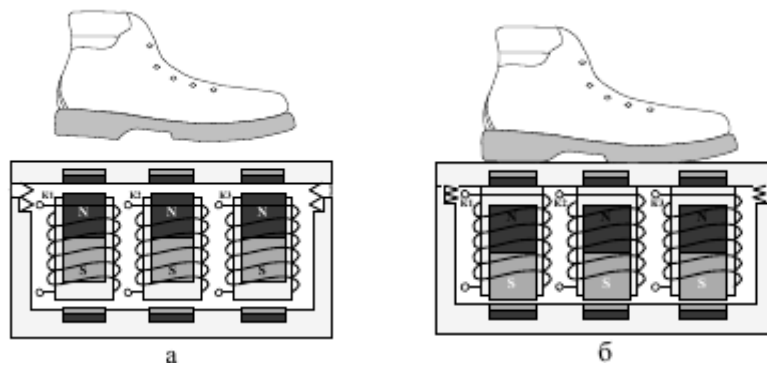


Рис. 1.11. Схематичне зображення принципу дії енергогенеруючої плитки до натискання (а) і після натискання (б)

Одна плитка Pavegen генерує 4-5 Вт енергії від кожного кроку. Плитки випускають прямокутної (рис. 1.12) і трикутної (рис. 1.13) форми [24].

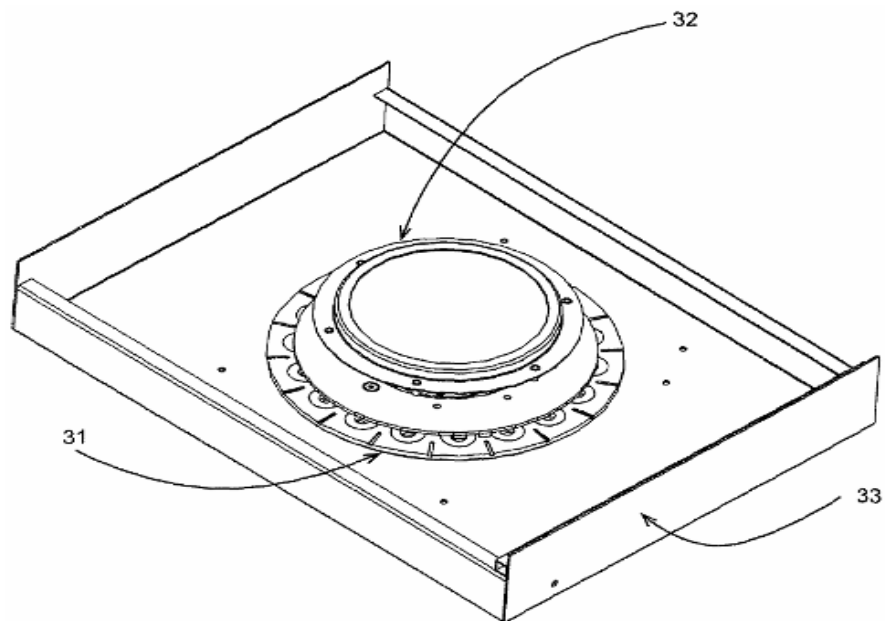


Рис. 1.12. Схема прямокутної плитки Pavegen



Рис. 1.13. Схема трикутної плитки Pavegen

Інноваційна плитка виготовлена з гнучкого водостійкого матеріалу, отриманого при переробці використаних автомобільних покришок, що дає плитці міцність і робить її стійкою до стирання. Корпус плитки виготовлений з особливої нержавіючої сталі. При нажатті верхня грань прогинається на 5 міліметрів, і заставляє інтегрований перетворювач генерувати енергію.

Плитка має ряд переваг:

- Висока міцність та зносостійкість;
- Низький рівень стирання;
- Повна вологостійкість;
- Стійкість до низьких температур (до -70 градусів Цельсія);
- Стійкість до агресивних хімічних засобів;
- Мала вага.

Недоліками такої системи можуть бути:

- Мала ефективність в нічний час;
- Невелика потужність.

Висновок

У даному розділі показано, що пошук нових джерел електроенергії завжди є актуальним завданням в сучасному світі, який вирізняється з кожним

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роком все більшим електроспоживанням. Відмічено, що альтернативні джерела енергії розширюють рамки можливостей здобування електроенергії різними способами та при різних умовах. Більшість методів здобуття електроенергії з альтернативних джерел енергії є досить екологічно чистими, безпечними та довговічними. Але як і будь який інший метод, у них наявні свої переваги та недоліки.

Метод, що використовує кінетичну енергію кроку людини є надзвичайно перспективним способом вироблення електроенергії. Перевагою є можливість встановлення в місцях, де не можливо або недоцільно встановлювати інші електрогенеруючі системи. А саме безпосередньо практично в місцях споживання електроенергії, в місцях високого скупчення людей. Недоліком є недоцільність встановлення в місцях малої інтенсивності руху людей.

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА РАХУНОК ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧОЇ ПЛИТКИ PAVEGEN SYSTEM

2.1 Обґрунтування схемних рішень та використання елементної бази

Узагальнюючи результати проведеного аналізу літератури, мережевих джерел та побажань підприємства, розроблена відносно нова система енергозабезпечення, яка базується на використанні кінетичної енергії, а саме використанні кінетичної енергії кроку людини. Така система дає змогу генерувати та накопичувати в акумуляторах електроенергію. Дана система призначена для зменшення навантаження живлення від мережі підприємства шляхом застосування виробленої електроенергії даної системи для живлення систем вентиляції та освітлення коридорів підприємства.

Розробка системи буде проводитися з урахуванням таких вимог:

- Простота системи (мінімальна кількість компонентів);
- Довговічність та простота в обслуговуванні;
- Система повинна забезпечувати живлення мережею змінного струму з частотою 50 Гц та номінальною напругою 220В.

2.2 Опис і робота системи

2.2.1 Структурна схема

Pavegen Systems – використання кінетичної енергії кроку людини. Дана технологія відносно нова, екологічно чиста при виробленні електроенергії, досить доцільна у застосуванні в місцях великого скупчення людей і їх

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

інтенсивного руху, наприклад, на різних промислових об'єктах, в громадських місцях густонаселених міст.

На рис. 2.1. приведена структурна схема системи генерації електроенергії від кроку людини.

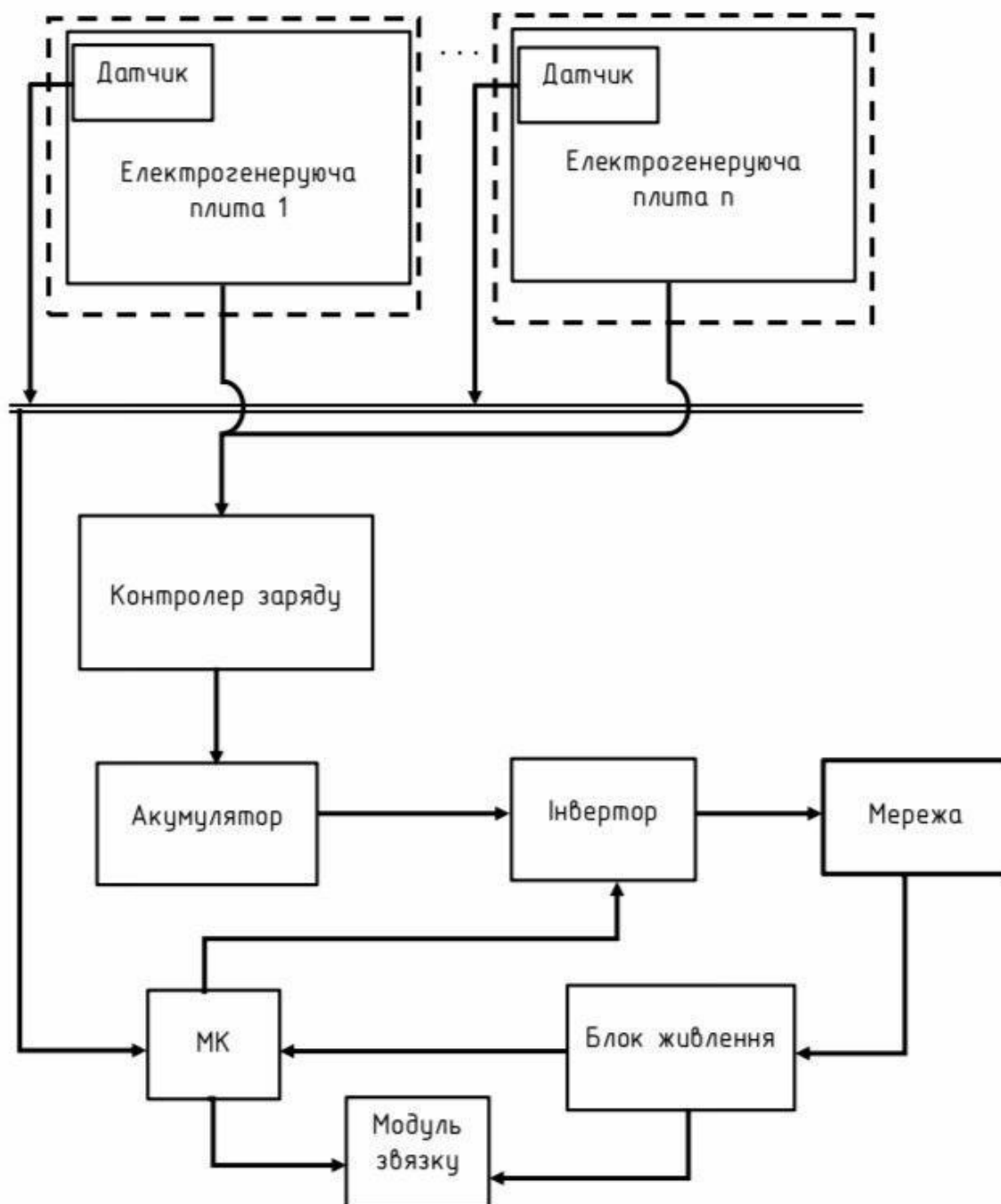


Рис. 2.1. Структурна схема системи генерації електроенергії

Електрогенеруюча плита генерує від одного кроку від 2 до 4 Дж автономної енергії або близько 5 Вт потужності 24 В напруги за один крок [25]. За даними компанії виробника електрогенеруючої тротуарної плитки Pavegen Systems за 2016 рік, ними було вдосконалено конверсію енергії в 20 разів [26].

До кожної плитки підключено датчик, котрий передає дані щодо кількості здійснених натисків на тротуарну плитку і передає на інформаційну шину. Мікроконтролер відповідає за збір даних здійснених кроків з шини. Після збору даних, вони відправляються на модуль зв'язку, котрий в свою чергу відправить їх до системи обробки даних. Мікроконтролер і модуль зв'язку підключені до блоку живлення.

Вироблена електроенергія надходить до контролера заряду, котрий перетворює напругу 24 В у напругу 14 В. Перетворена електроенергія надходить до акумулятора, заряджаючи її. Після зарядки, акумулятор подає електроенергію на інвертор, що перетворює її на напругу 220 В, надсилаючи в мережу.

2.2.2 Енергогенеруюча тротуарна плитка Pavegen Systems

Pavegen Systems передає кінетичну енергію кроку людини електромагнітній котушці і п'єзоелектричному перетворювачу.

- П'єзоелектричний перетворювач – його дія заснована на прямому п'єзоелекті. Він являє собою п'єзоелектричну пластину на якій є два електроди ізольовані один від одного. Під впливом деформації він виробляє електроенергію.
- Електромагнітна котушка – електрогенеруючий пристрій при переміщенні осердя в котушці виробляє електроенергію.

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

- Датчик – пристрій у вигляді сукупності одного або декількох вимірювальних перетворювачів, що передають сигнал про здійснення кроку. I2C — Послідовна шина даних для зв'язку інтегральних схем. Використовується для зв'язку компонентів з материнською платою. I²C використовує двонаправлену лінію, що постачається напругою живлення і керується через відкритий колектор або відкритий розряд - послідовну лінію даних (SDA, Serial DAta) і послідовну тактову лінію (SCL, Serial CLock). Стандартні напруги - +5 В або +3,3 В, але інші теж дозволені[27].

2.2.3 Інвертор

Перетворює постійний струм в змінний. При цьому частота та напруга змінюються. Схем інверторів достатньо велика кількість. Найпоширеніші три типи:

- Перший тип – це мостові інвертори без трансформатора, використовуються для високої напруги (від 220 В до 360 В).
- Другий тип – це інвертори з нульовим виводом трансформатора, використовуються в системах з низькою напругою (12 – 24 В).
- Третій тип – це мостові інвертори з трансформатором. Використовуються для широких діапазонів напруги (48 В).

В нормальному режимі інвертор споживає мінімальну кількість електроенергії. Однією з основних характеристик інверторів є номінальна вихідна потужність. Чим більша вихідна потужність тим більше навантаження може витримувати перетворювач [28].

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мережевий інвертор дозволяє використовувати систему альтернативного енергозабезпечення і майже не вимагає обслуговування. Якщо енергії яку генерує система не достатньо, то нестачу потужності можна отримати з мережі.

Критеріями для визначення раціонального режиму роботи є:

- низьке використання енергії;
- високий ККД;
- мікропроцесорне управління;
- примусове охолодження;
- неперервний режим роботи [29].

Інтегральні схеми модулятора ширини імпульсу серії SG3525A розроблені таким чином, щоб забезпечити покращену продуктивність та зменшення кількості зовнішніх частин, коли застосовується при проектуванні всіх типів комутаційних джерел живлення. Посилання на мікросхему + 5,1 В порізано на $\pm 1\%$ та вхідний загальний режим помилки підсилювач включає опорну напругу, що усуває зовнішні резистори. Синхронізований вхід на генератор дозволяє вести декілька одиниць або бути єдиним блоком синхронізований із зовнішнім системним годинником. Одинокий резистор між КТ і розрядними клемами забезпечують широкий спектр коригування мертвого часу. Ці пристрої також оснащені вбудованою схемою плавного пуску потрібен лише зовнішній конденсатор синхронізації. Термінал відключення керує як ланцюгом плавного пуску, так і вихідним етапами, забезпечуючи миттєвий результат вимкнути через засувку ШІМ з імпульсним відключенням, а також перезапустити програмування з більш тривалими командами відключення. Ці функції також керуються блокуванням напруги, що вимикає виходи і розряджений конденсатор субнормальні вхідні напруги. Ця схема блокування включає приблизно 500 мВ гістерезису для бездротової роботи. Ще одна особливість цих схем ШІМ - це засувка, що йде за компаратором. Раз а ШІМ імпульси були припинені з будь-якої причини, Виходи залишатимуться вимкнутими протягом періоду. Засувка скидається з кожним тактовим

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

імпульсом. Вихідні етапи - це спроможні конструкції тотемних полюсів джерело або затоплення понад 200 мА. Вихідний етап SG3525A має логіку NOR, даючи низький вихід для стану OFF [30].

2.2.4 Акумулятор

Дуже важливим елементом системи являється блок АКБ. Від обраного типу акумулятора залежить тривалість автономної роботи, кількість циклів розряду і заряду. Використання АКБ з рідким електролітом недоцільно, так як вони чутливі до повного розряду, мала кількість циклів заряду і розряду, як наслідок малий термін експлуатації, небезпечні у використанні через негерметичність конструкції.

Для систем з подібним типом роботи найдоцільніше використовувати свинцево – гелеві акумулятори типу AGM (мультигелеві) та GEL (гелеві). AGM (absorbent glass mat) особливість технології виготовлення полягає в тому, що замість рідкого електроліту використовується абсорбований. AGM, як і гелеві акумулятори, належать до класу VRLA (valve-regulated lead-acid battery) акумуляторів [31]. Технологія крім стандартної комбінації свинцевих електродів і розчину сірчаної кислоти передбачає додатковий елемент - абсорбент.

У ролі абсорбенту в сучасних моделях виступає скловолокно. Абсорбуюче скловолокно дозволяє впровадити технологію «рекомбінації газів». Коли шляхом нескладного хімічного процесу водень залишається на електродній пластині, приймаючи участь у наступному розрядному процесі. Таким чином виділення газу з таких моделей не перевищує одного відсотка.

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В акумулятори з GEL електролітом використовуються технології свинцево-кислотних акумуляторів і деякі технології AGM, такі як рекомбінація газів.

Єдиною відмінністю є електролітна речовина. Вона виготовлена не з кислотного розчину, а з силікагелю. Вважають, що густий гелевий електроліт більш надійний в експлуатації акумулятора. Такий тип акумуляторів має найменший відсоток випаровування, майже нульовий [32].

Таблиця 2.1.

Відмінність AGM та GEL акумуляторів

	AGM	GEL
Заряд/розряд	Працює на більш сильному струмі, стабільний при заряді на різних силах напруги.	Велика чутливість до якості заряду. Ефективність на 40% менше.
Циклічність	Приблизно 300 циклів	Витримують до 1000 циклів
Експлуатаційний термін	Застосування в режимі буфера можливе 10-12 років	Якщо не допускати частоті глибокої розрядки теж більше 10-ти років
Область застосування	Від побутових приборів до промислових установок	Не велика область застосування, через високий внутрішній опір і малий пусковий струм
Саморозряд	Інтенсивніше ніж у GEL акумуляторах	Близько 2% за місяць
Коротке замикання	Менш чутливі	Більш чутливі
Ціна	Найбільш доступні моделі.	На 25-35% дорожчі за AGM

Враховуючи дані параметри та можливості цих АКБ доцільніше використовувати виготовлені за технологією GEL. Так як вони більш стійкі до по повного розряду.

2.2.5 Модуль зв'язку ISP8566

WiFi модуль ESP-12E розроблений компанією Ai-thinker і побудований на базі процесора з ядром ESP8266, відмінною рисою якого є наявність радіоінтерфейсу WiFi. Ядро ESP8266 інтегровано в Tensilica L106 - 32-бітний мікроконтролер з ультранизьким енергоспоживанням. Підтримка тактових частот 80 і 160 МГц, підтримка RTOS, вбудовані Wi-Fi MAC / BB / RF / PA / LNA, Микрополосковая антена на платі модуля.

Модуль підтримує стандарт IEEE802.11 b / g / n, повний стек TCP / IP протоколів. Користувачі можуть використовувати модулі або в якості доповнення для підключення будь-якого пристрою до мережі, або в якості окремого мережевого контролера.

Характеристики (коротко):

- 802.11 b / g / n;
- вбудований 32-бітний MCU з низьким енергоспоживанням;
- вбудований 10-бітний АЦП;
- вбудований стек протоколів TCP / IP;
- вбудований РЧ комутатор, РЧ трансформатор опорів, LNA, підсилювач потужності;
- вбудовані блоки ФАПЧ і управління потужністю;
- Wi-Fi 2,4 ГГц, підтримка WPA / WPA2;

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- SDIO 2.0, (H) SPI, UART, I2C, I2S, IRDA, PWM, GPIO;
- STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO;
- споживання в режимі глибокого сну <10 мкА, струм витоку в вимкненому режимі <5 мкА;
- пробудження і передача пакетів через <2 мс;
- вихідна потужність +20 дБм в режимі 802.11b;
- діапазон робочих температур: -40 - 125 °C[33].

2.2.6 Блок живлення

Блок живлення володіє наступними технічними характеристиками:

- Напруга живлення, В: 220 В / 50 Гц;
- Вихідна напруга, 5 В постійного однополярної напруги;
- Діапазон вихідного струму, А: до 2 А [34].

2.2.7 Мікроконтролер

Atmega328 забезпечує наступні ф-ї: 4К \8К байтов внутрішньосистемної програмованої флеш-пам'яті з можливістю зчитування під час запису EEPROM 256/512/512 / 1К байт EEPROM, 512 / 1К / 1К / 2К байт SRAM, 23 лінії введення / виводу загального призначення, 32 робочих регістра загального призначення, три гнучких таймера / лічильника з режимами порівняння, внутрішні і зовнішні переривання, послідовний порт програмований USART, байтовими-орієнтований 2-провідний послідовний інтерфейс, послідовний порт SPI, 6-канальний 10-розрядний АЦП (8 каналів в пакетах TQFP і QFN / MLF),

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

програмований сторожовий таймер з внутрішнім генератором і п'ять програмно обрані режими енергозбереження. У режимі очікування зупиняється центральний процесор, в той час як SRAM, таймер / лічильники, USART, 2-провідний послідовний інтерфейс, порт SPI і система переривань продовжують працювати. Режим Power-down зберігає вміст регістру, але зупиняє генератор, відключаючи всі інші функції мікросхеми до наступного переривання або апаратного скидання. У режимі енергозбереження асинхронний таймер продовжує працювати, дозволяючи користувачеві підтримувати базу таймера, поки інша частина пристрою знаходиться в сплячому режимі. Режим шумозаглушення АЦП зупиняє ЦП і всі модулі введення / виводу, крім асинхронного таймера і АЦП, щоб мінімізувати шум перемикачів при перетвореннях АЦП. У режимі очікування генератор кварцового резонатора працює, поки інша частина пристрою знаходиться в сплячому режимі. Це дозволяє дуже швидкий запуск в поєднанні з низьким енергоспоживанням. Пристрій виготовлено з використання технології енергозалежної пам'яті високої щільності Atmel. Вбудована мікропрограма ISP дозволяє перепрограмувати пам'ять програми в системі через послідовний інтерфейс SPI, за допомогою звичайного програматора незалежній пам'яті або за допомогою програми завантаження всередині кристала, що працює на ядрі AVR. Програма завантаження може використовувати будь-який інтерфейс для завантаження прикладної програми у флеш-пам'ять програми. Програмне забезпечення в розділі Boot Flash буде продовжувати працювати, поки оновлюється розділ Application Flash, забезпечуючи справжню операцію читання під час запису. Комбінуючи 8-бітний RISC-процесор з внутріпрограмною самопрограмуємою флеш-пам'яттю на монолітному чипі, Atmel ATmega48A / 48PA / 88A / 88PA / 168A / 168PAA / 328 / 328P являє собою потужний мікроконтролер, що забезпечує високу гнучкість і економічність. рішення багатьох вбудованих додатків управління. AVme ATmega48A / 48PA / 88A / 88PA / 168A / 168PA / 328 / 328P підтримується повним набором інструментів

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

розробки програм і систем, включаючи: компілятори С, макроасемблера, програмні отладчики / симулятори, внутрісхемні емулятори та оціночні комплекти[35].

Висновок

В даному розділі було розроблено структурну схему електрогенеруючої системи, проведено огляд компонентів, котрі будуть застосовуватись при розробці електричної принципової схеми системи альтернативного енергозабезпечення. У даній схемі було застосовано саме енергогенеруючу систему Pavegen System через її переваги над іншими електрогенеруючими системами.

3. ОПИС РОБОТИ СХЕМИ І РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ

3.1 Дані про здійснені кроки

Отримання даних з датчика, що встановлений в плитці є корисним доповненням до електрогенеруючої системи. Інформація про здійснені кроки буде давати статистичні дані про те, як часто люди натискатимуть на плитку в той чи іншим момент доби, тобто в цілому інтенсивність руху людей в місці розташування плитки. На рис. 3.1 наведено електричну принципову схему системи збору та обробки даних з сенсора.

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

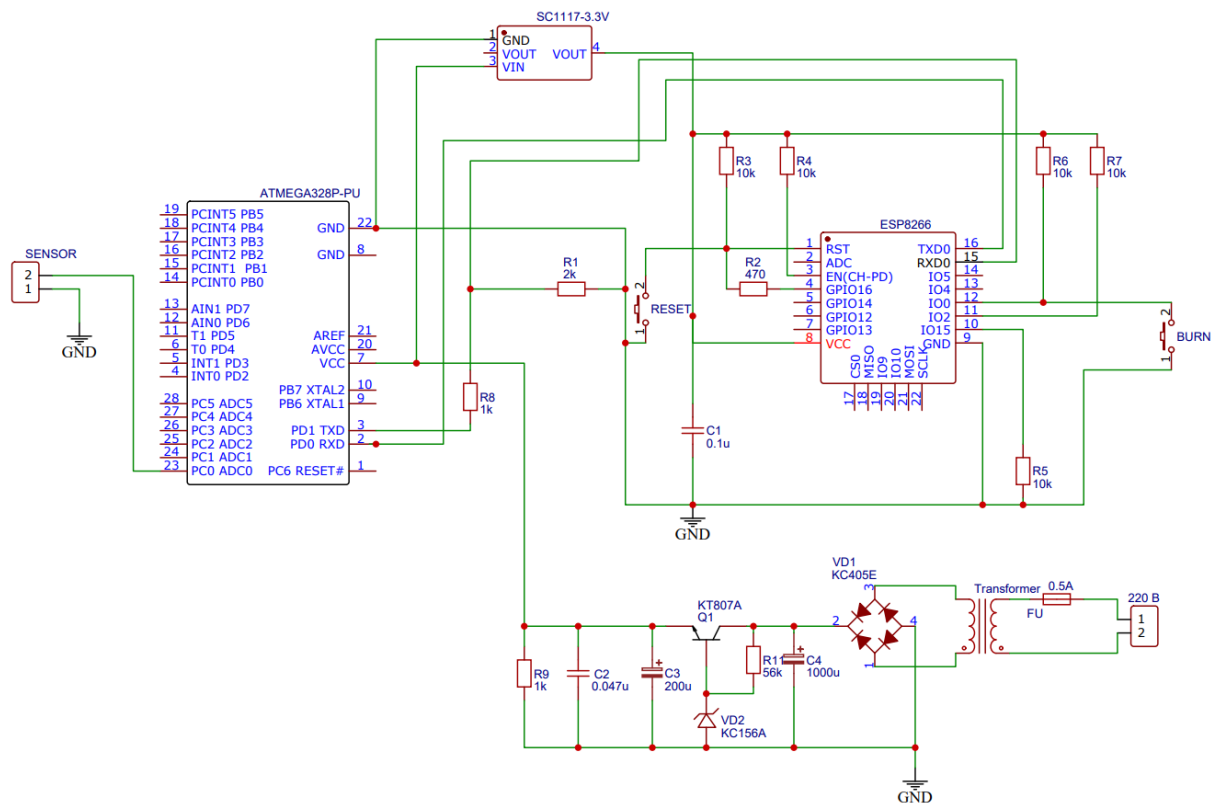


Рис. 3.1. Електрична принципова схема збору даних з сенсора

Основні складові схеми (рис. 3.1) включають в себе мікропроцесор Atmega328, модуль зв'язку ESP8266, сенсор і блок живлення мікропроцесора і модуля зв'язку. Цифровий сенсор, що вбудований в плату, працює по протоколу I2C, що дозволяє подавати сигнал на один вхід мікроконтролера від 1024 сенсорів. Мікроконтролер в свою чергу накопичує отримані дані, і через визначені проміжки часу посилає інформацію на необхідні порти модуля зв'язку ESP8266. Розроблена схема модуля зв'язку забезпечує більш стабільну роботу. Отримані дані модуль надсилає по WiFi-зв'язку системі, що накопичуватиме, оброблятиме і аналізуватиме інформацію про здійснені кроки на електрогенеруючій плитці. Уся система живиться від блоку живлення 3.3 В. Схема досить проста, надійна, достатньо виконує свої функції і споживає мінімум електроенергії. Оброблені дані можна застосовувати для статистичного аналізу щодо доцільного розташування плити у визначеному місці, тобто де вигідніше її розташовувати, в якому місці спостерігатиметься більше виробництво електроенергії.

3.2 Електрогенеруюча система

Вироблення електроенергії за допомогою енергогенеруючих плиток буде подібна системі з сонячними панелями, так як принцип дії схожий. На рис. 3.2 наведено функціональну схему енергогенеруючої системи.

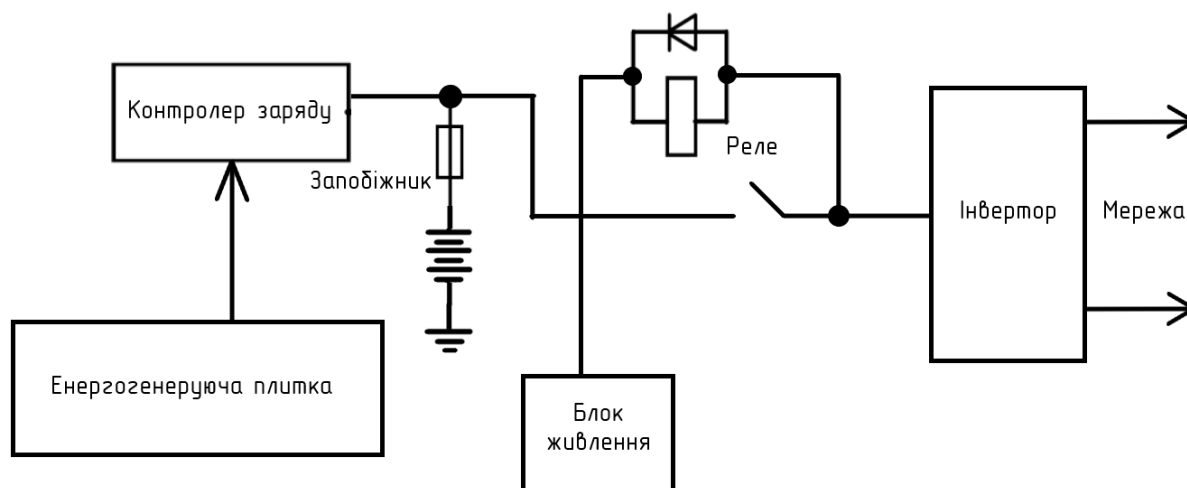


Рис. 3.2. Структурна схема енергогенеруючої системи

Наведена на рис. 3.2 система складається з наступних ключових компонентів: енергогенеруюча плитка, контролер заряду, запобіжник, акумулятор, реле, блок живлення, інвертор і мережа. При здійсненні кроку на плитку генерується електроенергія потужності 5 Вт та напруги 24 В. Вона передається на контролер заряду, котрий відслідковує струм заряду і в залежності від степені заряду регулює напругу, що подається на акумулятор. Подана напруга на АКБ 12 В через запобіжник накопичується до повної зарядки акумулятора або до зупинки постачання електроенергії. В обох випадках подається сигнал на реле, котре замикає ланцюг, що дає АКБ постачати енергію на інвертор. Інвертор в свою чергу перетворює напругу 12 В у 220 В 50 Гц у мережу, і ця енергія стає доступною для споживання, наприклад для освітлення чи вентиляції. Так, як ця електрогенеруюча система знаходиться

практично безпосередньо біля місць споживача електроенергії, що значно зменшує втрати на передачу енергії.

3.3 Друкована плата

Для компонента електрогенеруючої системи було розроблено друковану плату (рис. 3.3 і рис. 3.4).

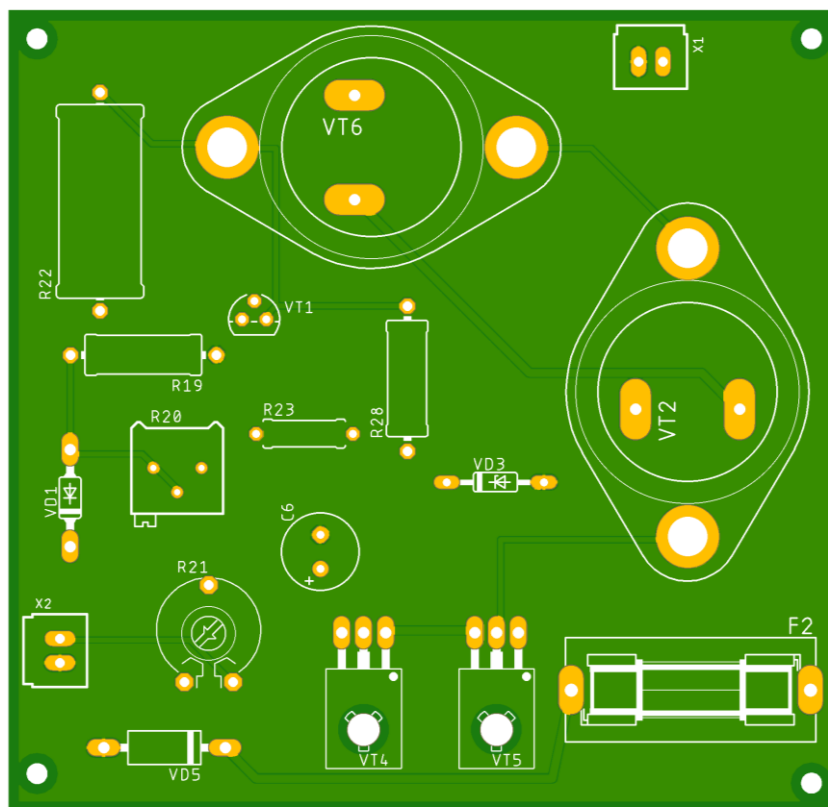


Рис. 3.3. Друкована плата, верхня сторона

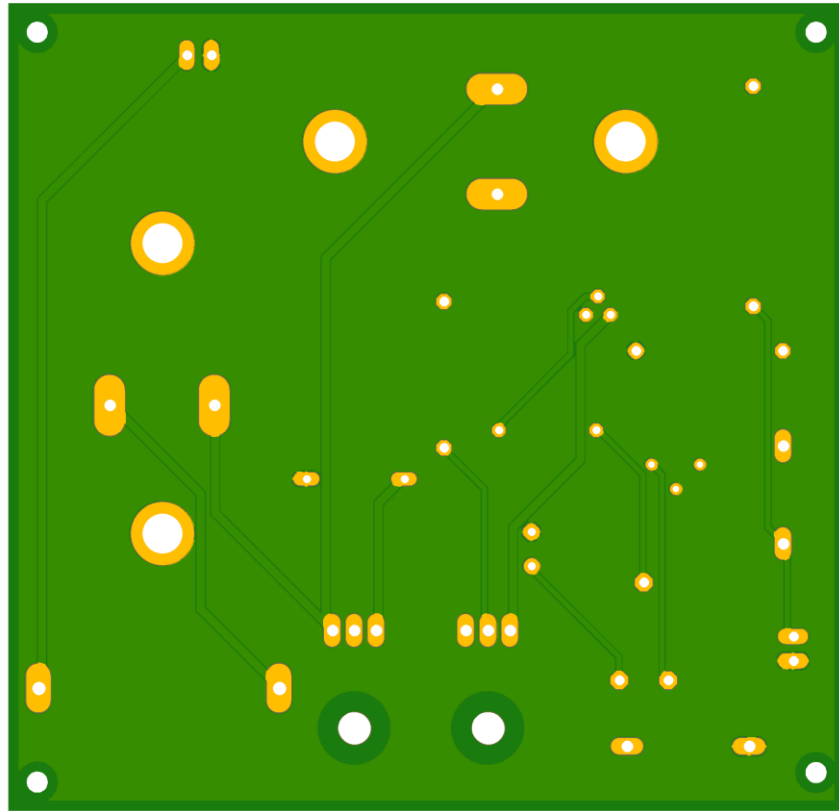


Рис. 3.4. Друкована плата, нижня сторона

3.4 Розрахунок вихідної потужності

Система, що розробляється, призначена для підприємства, що працює в три зміни має загальну кількість людей близько півтори тисячі, площа підприємства є досить обмеженою. На підприємстві кожного дня двічі на день відбувається зміна персоналу протягом 30 хв у кількості 300 чоловік на зміну. Таким чином, на прохідній проходять 600 чоловік 2 рази на день. Довжина доріжки від прохідної до роздягальні складає 45 м. Також, на підприємстві знаходиться коридор, в якому ,фактично, постійно рухаються 10 чоловік офісного персоналу протягом 8 годин, тобто, кожної секунди здійснюється 10 кроків. Довжина коридору складає 165 м. Розміри одного модулю електрогенеруючої тротуарної плитки складають $0,6 \times 0,4$ м. Ширину для встановлення плиток Pavegen Systems на прохідній обрано 1,6 м, для коридору 0,8 м (рис. 3.3).

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

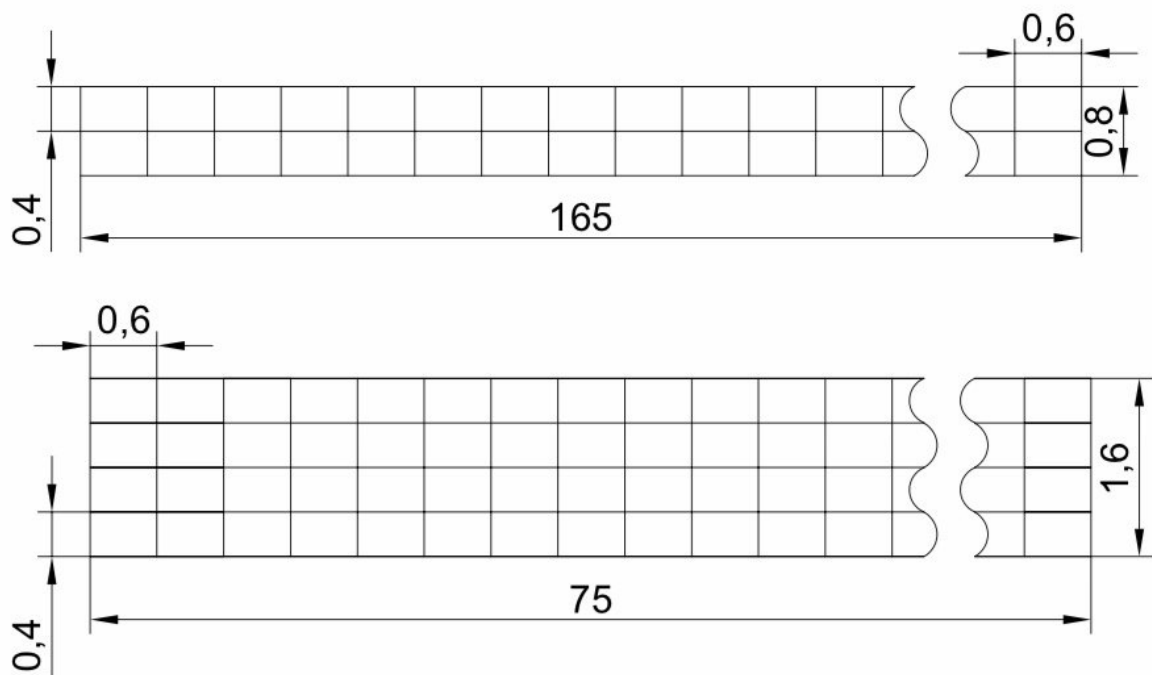


Рис. 3.5 Схема розміщення плиток в коридорі (вище) і на прохідній (нижче) підприємства

Кількість плиток на прохідній N_I становитиме:

$$N_I = \frac{45}{0,6} \cdot \frac{1,6}{0,4} = 300.$$

Кількість плиток в коридорі N_I становитиме:

$$N_2 = \frac{165}{0,6} \cdot \frac{0,8}{0,4} = 550.$$

Вважатимемо, що на прохідній кожна людина наступатиме на кожен другу плитку в одній лінії на всій довжині шляху. Таким чином, на прохідній одна людина пройде в середньому по 37,5 електрогенеруючих тротуарних плитках. Згенерована потужність на прохідній P_{II} за перезмінку становитиме:

$$P_{II} = 5 \cdot 37,5 \cdot 600 = 112500 \pm 1500 \text{ Вт}$$

Такої потужності системи можна досягти не враховуючи втрат системи.

Беручи до уваги втрати в системі, кінцева потужність буде нижчою. ККД системи K складає 50 %. Загальний коефіцієнт системи $K = 0.5$.

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Враховуючи коефіцієнт розрахуємо вихідну потужність, розраховану за формулою:

$$P_{ПК} = P_{П} \cdot K = 112500 \cdot 0,5 = 56250 \pm 750 \text{ Вт}$$

Ця потужність буде накопичена накопичувачами 12 В ємністю 200 А/год у кількості 95 акумуляторів. Енергія буде споживатися енергосистемою підприємства на освітлення, вентиляцію до наступної перезмінки або до вичерпання енергії.

У коридорі підприємства умови такі, що кожної секунди здійснюється 5 кроків на плитку. Потужність що генерується коридором за 1 год складатиме:

$$P_K = 5 \cdot 10 \cdot 3600 = 180000 \pm 18000 \text{ Вт}$$

Враховуючи втрати системи, за таким самим принципом розрахуємо вихідну потужність в коридорі.

$$P_{KK} = P_K \cdot K = 180000 \cdot 0,5 = 90000 \pm 9000 \text{ Вт}$$

Так як такі системи не можуть працювати на пряму з інвертором для підключення до електромережі, тому електрогенеруюча плитка, що розташована в коридорі, підключається до акумуляторних батарей для електрогенеруючих плиток від прохідної, паралельно до них. І вже потім електроенергія від них через інвертор буде потрапляти в електромережу підприємства. Електрогенеруюча плитка, що розташована в офісному коридорі зможе згенерувати за час роботи офісних приміщень до 9,9 кВт.

Враховуючи відхилення виробництва електроенергії, побудовано апроксимований графік потужності виробництва протягом робочих годин дня (рис. 3.4). Робочий день на підприємстві починається о 8 годині, відбувається перезмінка з пів 8 до пів 9. У цей же час починається робота офісу на протязі 8 годин, тобто з 8 до 16-ої години. Наступна перезмінка відбувається через 12 годин після початку дня протягом години, з 19:30 до 20:30 .

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

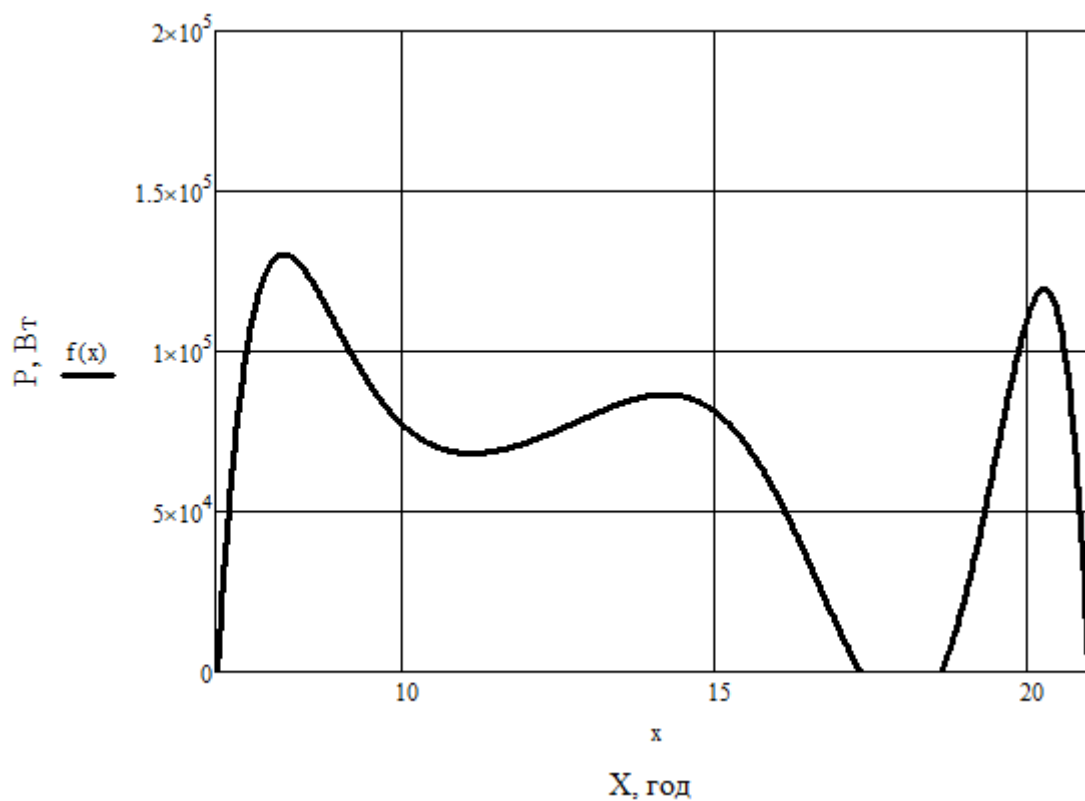


Рис. 3.6 Графік виробництва потужності протягом доби

Висновок

У даному розділі було описано дві складових електрогенеруючої системи, розраховано потужності виробництва системи, а також розведено плату контролера заряду. Описано роботу і призначення інформаційної частини електрогенеруючої системи, пов'язаної зі збором даних про здійснені кроки і їх відправлення в систему для статистичного аналізу. Також, представлено роботу енергетичної системи, котра забезпечує надійне ефективне виробництво електроенергії.

ВИСНОВКИ

Результатом даної дипломної роботи являється розроблена електрогенеруюча система з застосуванням плиток Pavegen System.

У роботі було проаналізовано існуючі методи здобуття електроенергії. Проаналізовано традиційні і альтернативні джерела енергії, переваги та недоліки здобуття електроенергії. Основною перевагою традиційних джерел є висока виробнича потужність. Важливим недоліком більшості потужних електростанцій є екологічна проблема, яку вони утворюють. У роботі проаналізовано, що основною задачею дослідження альтернативних джерел енергії у більшості випадків якраз являється створення ефективного екологічно чистого методу виробництва електроенергії. Найпоширеніші з них використовують невичерпні джерела енергії. Недоліком на даний момент являється низька виробнича потужність.

При аналізі існуючих альтернативних методів вироблення електроенергії наголошено увагу саме на Pavegen System. Його переваги та перспективи створюють надзвичайні можливості у його застосуванні. Його особливість у тому, що застосовує енергію кроку людини, що забезпечує надзвичайно високу перспективу у густонаселених містах з високою інтенсивністю руху людей.

У роботі представлено структурну схему електрогенеруючої системи, розроблено електрично принципову схему з додатковим включенням у вигляді системи збору даних щодо здійснених кроків, що дозволить здійснювати статистичний аналіз здійснених кроків у місці розташування плитки. Також, розроблено друковану плату одного з складових системи, а саме контролера заряду.

Основним результатом роботи є розроблена електрогенеруюча система, яка призначена для вироблення екологічним чистим способом електроенергії у місцях високої інтенсивності руху людей для забезпечення ефективного використання плитки, найвищої можливої потужності виробництва і збору даних щодо активності людей в місці розташування плитки.

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rinkesh. What are Alternative Energy Sources?. URL:
<https://www.conserve-energy-future.com/alternativeenergysources.php>
2. Сонячна панель. URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8C
3. Сонячна батарея - будова і принцип роботи. URL:
<https://prel.prom.ua/a315870-sonyachna-batareya-budova.html>
4. Липовий В.М. “ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОРТОГОНАЛЬНИХ ВІТРОДВИГУНІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОВИХ ПОТОКІВ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ”// Липовий В.М., Папченко А.А.//Суми – 2015. - 45-47 с.
5. Чернів М.І. Альтернативні джерела енергії. URL:
<https://works.doklad.ru/view/xrl8jptbRis/all.html>
6. Nelson Batista “Darrieus-type vertical axis rotary-wings with a new design approach grounded in double-multiple streamtube performance prediction model”// AIMS Energy, 6(5): 673–694.// : 07 September 2018.-685-688 с.
7. Геотермальні електростанції: переваги та недоліки. URL:
<https://avenston.com/articles/geothermal-pp-pros-cons/>
8. Герасимюк О. Переваги та недоліки вітрогенераторів. URL:
<https://alternative-energy.com.ua/uk/perevagi-ta-nedoliki-vitrogeneratoriv/>
9. Dickson, М.Н., Fanelli, М. Geothermal. URL:
<https://www.thinkgeoenergy.com/geothermal/>
10. Геотермальні електростанції: переваги та недоліки. URL:
<https://avenston.com/articles/geothermal-pp-pros-cons/>

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

11. Системы производства электроэнергии и тепла на основе биомассы.
URL: <http://ukraine.green-energy-portals.com/cms/ru/technological-solutions/biomass-thermal-and-electricity-production-systems>
12. Системы генерации биогаза. URL: <http://ukraine.green-energy-portals.com/cms/ru/technological-solutions/biogas-generation-systems>
13. Биомасса как источник энергии / под ред. С. Соуфера, О. Заборски. – Моква : Наука, 1985. – 217 с.
14. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РИНКУ БІОМАСИ В ЄС І УКРАЇНІ. ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ НА ЗМІНУ КЛІМАТУ. URL: <https://uspp.ua/assets/doc/uspp-biomass.pdf>
15. Біоенергетика. URL: <https://saee.gov.ua/uk/ae/bioenergy>
16. Пат. UA 31463 Україна, 10.04.2008. Гідродинамічна установка для отримання біодизельного палива. / Г. Є. Топілін, С. М. Умінський. URL: <http://uapatents.com/3-31463-gidrodinamichna-ustanovka-dlya-otrimannya-biodizelnogo-paliva.html>
17. Л.В. Зысин В.В. Сергеев “НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ”// Часть 1. Возобновляемые источники энергии//Санкт-Петербург Издательство Политехнического университета 2008./-154 с.
18. Rinkesh. What are Hydroelectric Power Plants? URL: <https://www.conserve-energy-future.com/HydroElectricPlantTypes.php>
19. Rinkesh. What is Tidal Energy? URL: <https://www.conserve-energy-future.com/TidalEnergy.php>
20. Алхасов А.Б. Возобновляемая энергетика.—2-е изд., перераб. И доп – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 256 с.
21. Микро гидроэлектростанция, микро ГЭС. URL: <https://izi.ua/p-299190-mikro-gidroelektrostantsiya-mikro-ges>
22. Гнатов А.В., Аргун І.В. Енергогенеруюча плитка як альтернативне малопотужне джерело електричної енергії // Автомобильный

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

- транспорт. 2017. – № 40. – С. 167–171. URL:
<https://cyberleninka.ru/article/n/energogeneriruyuschaya-plitka-kak-alternativnyy-malomoschnyy-istochnik-elektricheskoy-energii/viewer>
23. В жизни важен каждый шаг. URL:
<https://lakhtacenter.livejournal.com/369274.html>
24. Pavegen. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Pavegen>
25. І²С. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C>
26. П'єзоелектричні перетворювачі. URL:
<https://studfile.net/preview/5468653/page:13/>
27. Инвертор Q-Power QPI-300-12 300Вт 12В. URL:
<https://220v.com.ua/inventory/1910.html>
28. REGULATING PULSE WIDTH MODULATORS SG2525A. URL:
<https://www.st.com/resource/en/datasheet/sg2525.pdf>
29. AGM. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/AGM>
30. Гелевые и AGM батареи: реальность и заблуждения. URL:
<https://kwatt.com.ua/gelevye-i-agm-batarei-realnost-i-zabluzhdeniya/>
31. ESP-12E WiFi модуль (ESP8266). URL:
<https://radioprogram.ru/shop/merch/33>
32. Описание контроллера заряда акб, детальное руководство по изготовлению. URL: <https://tj-service.ru/remont/opisanie-kontrollera-zaryada-akb-detallnoe-rukovodstvo-po-izgotovleniyu>
33. ATMEGA328 Datasheet(HTML) 6 Page - ATMEL Corporation. URL:
<https://html.alldatasheet.com/html-pdf/392243/ATMEL/ATMEGA328/942/6/ATMEGA328.html>

ДОДАТОК А

Позна-чення		Найменування			Кільк.	Примітки													
		Транзистори																	
VT1		КТ3107			1														
VT2,VT3,VT10, VT13		КТ872А			6														
VT4...VT8		КТ8232А			4														
VT7		КТКТ807А			1														
		Конденсатори																	
C1		SMD – В – 20V – 1 мкФ ±20%			1														
C2		LXV – 50V – 0,15 мкФ ±5%			1														
C3		100V– 4,7 мкФ ±5%			1														
C4		0,01 мкФ			1														
C5...C7		25V—100 мкФ			3														
C8,C9		0,015 мкФ			2														
C10		15V—1000 мкФ			1														
C12		10V—200 мкФ			1														
C13		0,047 мкФ			1														
C14		10 мкФ			1														
C15		22 мкФ			1														
					ДП.ДЕ62.007.000ПЕ														
Із м	Лист	№ докум.	Підпис	Дата															
Розроб.		Мірошник К.В.			Система альтернативного енергозабезпечення Перелік елементів				Літ		Лист		Листів						
Перевір		Кобак М.М.									1		3						
Н.контр		Чадюв В.О.																	
Затверд		Ямненко Ю.С.																	
														КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФЕЛ, ЕПС, гр. ДЕ-62					

Позна-чення		Найменування			Кільк.	Примітки							
		Діоди											
VD1		КЦ405Е			1								
VD2,VD4		KC156A			2								
VD3		Д815Е			1								
VD5...VD10		КД213			6								
VD11...VD14		КД204			4								
		Мікросхеми											
		АТМega328			1	Atmel							
		SG3525A			1								
		ESP8266			1	ESP-12							
		Резистори											
R1...R6,R9		10КОм			7								
R7		510Ом			1								
R8		150Ом			1								
R10, R14		100Ом			2								
R11,R23		3,3КОм			2								
R12		4,7КОм			1								
R13		5,6КОм			1								
R15		2,2КОм			1								
					ДП.ДЕ62.007.000ПЕ								
Із м	Лис	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Мірошник К.В.			Система альтернативного енергозабезпечення Перелік елементів			Літ		Лист		Листів	
Перевір		Кобак М.М.								1		3	
								КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФЕЛ, ЕПС, гр. ДЕ-62					
Н.контр		Чадюк В.О.											
Затверд		Ямненко Ю.С.											

Позна-чення		Найменування			Кільк.	Примітки		
R16, R17		5,6КОм			2			
R18		10 Ом			1			
R19,R20,R32		1 КОм			3			
R21		470 Ом			1			
R22		0,22Ом			1			
R24,R25		270 Ом			2			
R26,R27		430 Ом			2			
R28		75 Ом			1			
R30		56 КОм			1			
R33...K36		1 Ом			4			
R37...R40		33 Ом			4			
		ESP8266						

S U M M A R Y

Alternative energy supply system

The diploma project of first educational level "Bachelor" by specialty 171 Electronics, specialization Electronic Instruments and Devices Miroshnyk Kateryna. National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute». Faculty of Electronics, Department of Electronic Devices and Systems. Academic group DE-62. - Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2020. – 62 p., Ill. 20, tables 3.

Keywords: alternative energy, energy-generating tile, energy supply, Pavegen System.

Summary of the project: Summary of the work: This work has increased in one direction, in which the higher relevance of the use of environmentally friendly electricity is a human step.

The first section is devoted to literary and measured sources. This is divided into 27 pages, and is divided into slightly lower sections.

The first section presents reviews of scientific and technical literature, and the most basic types and principles of environmentally friendly energy supply, an overview of other energy sources.

This review has been used in the search and study of a wide variety of power supply systems, making advantages and disadvantages, as well as in the system of the system itself, as necessary for existing systems.

This study presented an overview of the following alternative energy sources: solar energy, wind energy, geothermal energy, bioenergy, hydraulic power plants, energy flowing to marine resources and the ocean, kinetic energy, human culture. Each type of energy source according to different criteria has advantages and disadvantages, as well as uncertain problems of their operation, repair, design and maintenance.

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
						1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

The first section presents an overview of a variety of energy sources and a brief description, which was provided in all methods: to investigate fuel, nuclear fuel, renewable sources. The main advantages and disadvantages of these types of energy are given.

The second section of the first section is devoted to the study of existing types of alternative energy sources, such as solar energy, wind energy, geothermal energy, hydraulic and kinetic.

In the third section, the study of the advantages and disadvantages of solar energy, identifying its potential, the study of environmental friendliness of production methods. The principle of energy generation by this system, accumulation and storage is investigated. It is revealed and described that the system works on the principle of photovoltaic effect.

The fourth section describes wind power plants, explores the potential use of such plants. The principle of operation of wind turbines and their main types are also described. There are two of them, the first - wind turbines with a horizontal axis of rotation, the second type - wind turbines with a vertical axis of rotation. The advantages and disadvantages of the above types of wind turbines are given. Selected to describe the Darier rotor as the most appropriate type of wind energy use, the model is shown in the figure.

The fifth section is devoted to the study of geothermal energy. The section describes the methods of application of this type of energy, gives examples of the most common methods of converting geothermal energy into electricity, such as a mixed method, which allows to obtain energy by adding an auxiliary liquid to geothermal waters. Factors taken into account: the state of the environment and the temperature of nature. The advantages and disadvantages of this installation are revealed. The advantages are that renewable energy, constant energy production, compact power plants. The disadvantages of using geothermal energy are: high consumption of fresh water, limited geographical location and expensive installation of stations.

					ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Bioenergetics was considered in the sixth section. Methods of biogas production and methods of using the obtained energy are investigated. Schemes of the most widespread installations of a different principle of action are resulted. A review of the technical literature revealed some shortcomings of direct combustion plants for biofuels, such as the release of significant amounts of heat into the atmosphere, there is also chemical pollution by emissions. But the advantage of using biomaterial as a fuel, such as household waste, is that it will reduce the number of landfills and solve the problem of groundwater pollution and free up large areas of land.

The subject of the study of the seventh section were hydraulic stations. There are many types of hydroelectric power plants. Their choice depends on the amount of available water. The subdivision considers hydroelectric power stations, pumping of the river HPP, underground HPP, micro HPP. The described principles of their work also give the key advantages and disadvantages. Energy production by means of hydroelectric power stations is expedient for a number of reasons such as, hydroelectric power stations work even in the winter under ice, efficiency of use of energy of water reaches 73% that is very good. And the disadvantages are the following factors: in winter and summer, the amount of water decreases, insufficient repair and production capacity.

The eighth section examines the energy of tides, sea waves and oceans. The use of this type of station is advisable in a limited number of places and difficult to maintain. The section presents illustrations of these systems, as well as describes the main types of stations. The advantages and disadvantages of inflow barriers and inflow turbines are listed. Their principle of operation and technology of using the generated energy are described.

The following section describes the low-power Pavegen System energy-generating tile, which works on the basis of the piezoelectric effect and converts the kinetic energy of a human step into electrical energy. This section presents the advantages and benefits of using such a system. This tile should be installed in places with large crowds. The tile has high resistance to abrasion, it is moisture

					<i>ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ</i>	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

resistant, and also resistant to chemically aggressive means. From the list of disadvantages: little effective at night, has low power.

The second section is devoted to the development of an electric power generation system due to the Pavegen System energy generating tile.

As a result of the analysis of the literature, network sources and wishes of the enterprise, the system of alternative energy supply is developed. The system is designed taking into account the following requirements:

- Simplicity of the system;
- Resistance to voltage changes;
- Durability and easy maintenance;
- The system provides power to the AC mains with a frequency of 50Hz and a nominal voltage of 220V.

In the second section you can get acquainted with the developed structural scheme. The energy generating plate generates 5 W of 24 V voltage from one step. The generated electricity enters the charge controller, which converts the voltage of 24 V into a voltage of 14 V. The converted electricity enters the battery, charging it. After charging, the battery supplies electricity to the inverter, which converts it to a voltage of 220 V, sending it to the network.

Also in the subsections of the second section you can get acquainted with the initial parameters of the elements.

The third section describes the operation of the circuit and calculates the power of the system. Taking into account the information from the previous section, the electrical schematic diagram is developed, the principle of its operation is described. The output power is calculated. The calculated number of tiles for installation on the checkpoint, as well as in the corridor of the enterprise. The error and maximum voltage are calculated.

					<i>ДП.ДЕ62.007.000 ПЗ</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		